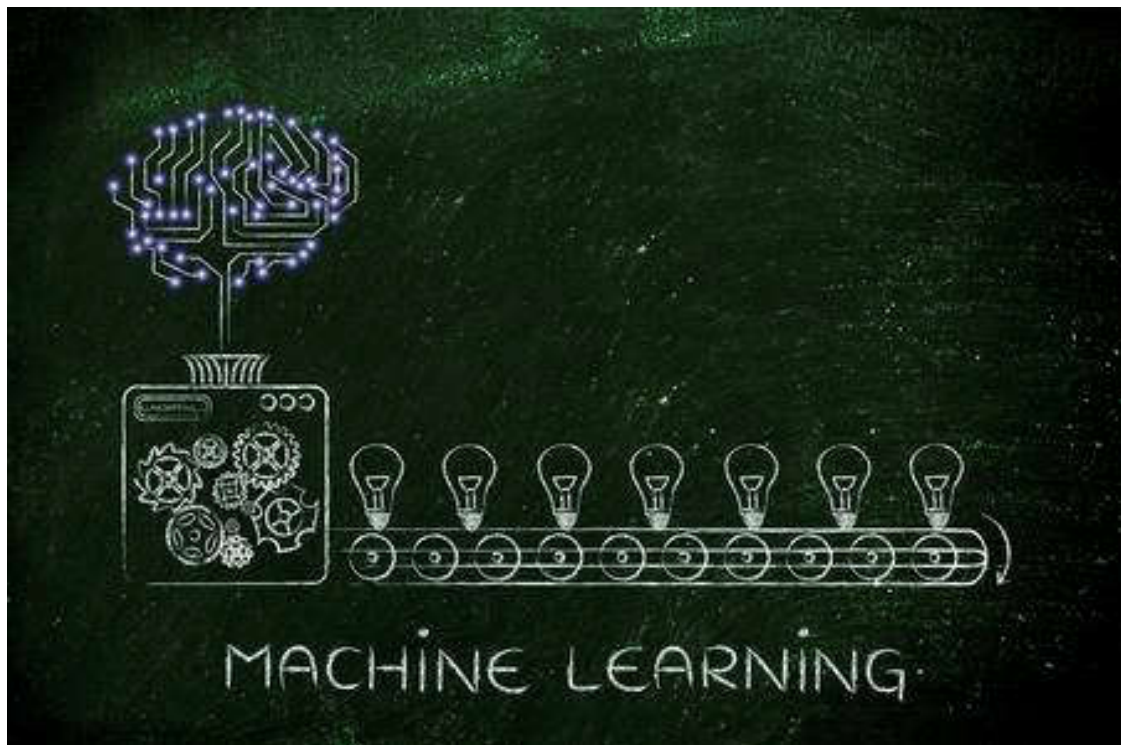




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Εφαρμογές μηχανικής μάθησης στην σύγχρονη βιομηχανία



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:
ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
Δρ. ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η,

του, με αριθμό μητρώου φοιτητής / τρια του Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής** πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή καταπιάνεται με τις εφαρμογές μηχανικής μάθησης στην σύγχρονη βιομηχανία. Θα μελετηθεί η έννοια της μηχανικής μάθησης ώστε να γίνουν κατανοητές οι μέθοδοι και οι τεχνικές της. Θα αναπτυχθεί ο πυρήνας των τεχνικών μηχανικής μάθησης που βασίζεται στο να επωφεληθούν πλήρως τα τεράστια ποσά των διαθέσιμων δεδομένων διεργασίας, με στόχο την απόκτηση των χρήσιμων πληροφοριών. Τα δεδομένα που επικεντρώνονται στις σύγχρονες βιομηχανικές εφαρμογές που αναπτύχθηκαν γρήγορα και χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς βιομηχανικούς τομείς κάνουν φανερή τη σημασία της μηχανικής μάθησης στην σύγχρονη βιομηχανία. Επίσης, παρουσιάζεται ο λόγος για τον οποίο οι τεχνικές που βασίζονται σε δεδομένα παρέχουν αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις για διαφορετικά βιομηχανικά θέματα κάτω από διάφορες συνθήκες λειτουργίας. Μέσα από όλα αυτά θα γίνει κατανοητή η έννοια της σύγχρονης βιομηχανίας και η εξέλιξη της βασιζόμενη στην μηχανική μάθηση.

ABSTRACT

This diploma deals with mechanical engineering applications in the modern industry. The concept of mechanical learning will be studied in order to understand its methods and techniques. It will develop the core of engineering learning techniques based on taking full advantage of the vast amounts of process data available to obtain useful information. Data focused on modern industrial applications that have been rapidly deployed and widely used in many industrial sectors make it clear the importance of mechanical learning in modern industry. It also presents the reason why data-based techniques provide effective alternatives to different industrial issues under different operating conditions. Through all this, the concept of modern industry and its evolution based on mechanical learning will be understood.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Αντικείμενο Πτυχιακής.....	9
1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μηχανική μάθηση.....	10
2.1 Εισαγωγή.....	10
2.2 Εφαρμογές μηχανικής μάθησης.....	10
2.3 Είδη μηχανικής μάθησης.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Βασικοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης.....	13
3.1 Εισαγωγικές παρατηρήσεις.....	13
3.2 Περιγραφή των πιο βασικών αλγορίθμων στην μηχανική μάθηση.....	13
3.2.1 Μάθηση βασισμένη σε δέντρα ταξινόμησης/απόφασης.....	13
3.2.2 Μάθηση βασισμένη σε στιγμιότυπα.....	17
3.2.3 Μάθηση κατά Bayes.....	17
3.2.4 Παρεμβολή και παλινδρόμηση.....	18
3.2.5 Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα.....	18
3.3 Στυλ μάθησης.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Βιομηχανία.....	21
4.1 Εισαγωγή.....	21
4.2 Η σημασία της βιομηχανίας.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Όταν η μηχανική μάθηση συναντά την βιομηχανία.....	23
5.1 Εισαγωγή.....	23
5.2 Βιομηχανικός αυτοματισμός.....	24
5.2.1 Εφαρμογή της εκμάθησης μηχανών στο βιομηχανικό αυτοματισμό.....	24
5.2.1.1 Μηχανικό όραμα.....	24
5.2.1.2 Προγνωστική Συντήρηση.....	24
5.2.1.3 Μοντελοποίηση βελτιστοποίησης.....	26
5.2.1.4 Έλεγχος.....	27
5.2.1.5 Συμπέρασμα.....	29
5.2.2 Αποτελέσματα της εκμάθησης μηχανών για εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού.....	29
5.3 Ο ρόλος της αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών στο έξυπνο εργοστάσιο..	31
5.3.1 Εισαγωγή.....	31
5.3.1.2 Τρία επίπεδα αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών.....	31
5.3.1.3 Ο ρόλος της αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών στο έξυπνο εργοστάσιο.....	32
5.4 Μηχανισμοί μηχανικής μάθησης αυτόνομων βιομηχανικών συστημάτων.....	33
5.4.1 Η σημασία της μηχανής μάθησης στη μεταποίηση.....	34
5.4.2 Τεχνολογία για μηχανές που μαθαίνουν.....	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Παραδείγματα σύγχρονων βιομηχανιών που χρησιμοποιούν εφαρμογές μηχανικής μάθησης.....	37
6.1 Εισαγωγή.....	37
6.2 Mindsphere: Από το σχεδιασμό παραγωγής μέχρι τη συντήρηση.....	37
6.2.2 Η Siemens αγοράζει εργαλεία μηχανικής μάθησης που βελτιώνουν τις μάρκες.....	39
6.3 Στο GE, εντοπίζοντας πιθανά προβλήματα.....	39
6.4 Εκμάθηση μηχανών για ρομπότ.....	40
6.5 Τέσσερις Βιομηχανίες που μετασχηματίζονται από Μηχανική Μάθηση και Ρομποτική.....	44
6.5.1 Εισαγωγή.....	44
6.5.2 Η Βιομηχανία Υγείας.....	44
6.5.3 Η βιομηχανία μεταποίησης.....	45
6.5.4 Η χρηματοπιστωτική βιομηχανία.....	45
6.5.5 Λιανική και Εξυπηρέτηση Πελατών.....	45
6.6 Συμπέρασμα.....	46
Βιβλιογραφία.....	47

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Μια σειρά από υπολογιστικές εργασίες που εφαρμόζει η μηχανική μάθηση.....	12
Εικόνα 2: Παράδειγμα βασισμένο σε δένδρα ταξινόμησης/απόφασης.....	16
Εικόνα 3 : Μορφή τεχνικών νευρωτικών δικτύων.....	20
Εικόνα 4: Μονάδα σύγχρονης βιομηχανίας.....	22
Εικόνα 5: Απεικόνιση μια σύγχρονης βιομηχανικής μονάδας με μηχανική μάθηση.....	23
Εικόνα 6: Απεικονίζεται η παρακολούθηση του εξοπλισμού ή της διαδικασίας για την επιθεώρηση του προϊόντος κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, με σκοπό την μεγιστοποίηση της αποφυγής ελαττωμάτων με οικονομικά αποδοτικό και απλό τρόπο.....	24
Εικόνα 7: Μια αυτό-ελεγχόμενη μηχανή λειτουργεί με βάση τη σοφία που αποστάζεται από χαμηλότερα επίπεδα που προκύπτουν τελικά από τεράστιες ποσότητες δεδομένων.....	35
Εικόνα 8: Απεικονίζει πώς μηχανές όπως τα αυτοματοποιημένα συστήματα παραγωγής μπορούν να βελτιώσουν την απόδοσή τους και να μάθουν νέα καθήκοντα από μόνα τους.....	36
Εικόνα 9: Το λειτουργικό σύστημα MindSphere.....	38
Εικόνα 10: Η λειτουργία του Brilliant Manufacturing Suite.....	40
Εικόνα 11: Ένα ρομπότ LBR από την εταιρία KUKA.....	42
Εικόνα 12: Προγραμματιστής ρομπότ KUKA.....	43
Εικόνα 13: KUKA Βιομηχανικά Ρομπότ IR.....	43

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον εισηγητή της πτυχιακής μου Δρ.Μιχαήλ Παπουτσιδάκη, που με βοήθησε με τις χρήσιμες συμβουλές του για το θετικό αποτέλεσμα της εργασίας αυτής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου ξεχωριστά και στους φίλους -ες που με παρακίνησαν να είμαι αποτελεσματική και να σκέφτομαι θετικά και πάνω από όλα σωστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Αντικείμενο Πτυχιακής

1.1 Εισαγωγή

Το περιεχόμενο της παρούσας πτυχιακής ασχολείται με την σύγχρονη βιομηχανία και την κατανόηση της εξέλιξης της από την μηχανική μάθηση. Η σύγχρονη βιομηχανία συναντά την μηχανική μάθηση και την ικανότητα της να εξελίσσεται ταχέως σε μεταβαλλόμενες και περίπλοκες καταστάσεις προσφέροντας έτσι στην βιομηχανία νέους ορίζοντες. Βρισκόμαστε στην αρχή της μηχανικής μάθησης η οποία είναι ικανή για την επιτάχυνση του ρυθμού του αυτοματισμού. Παρόλα αυτά μηχανικά δεν μπορεί να εκτελέσει το πλήρες φάσμα των καθηκόντων του ανθρώπου. Αν και καταφέρνει να αυξήσει τις ανθρώπινες δυνατότητες που καθιστούν εφικτό νέα προϊόντα, υπηρεσίες και διαδικασίες. Με τους αλγόριθμους της μηχανικής μάθησης δίνεται η δυνατότητα συστημάτων πληροφορικής με μεγαλύτερη ακρίβεια και ικανότητα από ότι αυτά που μπορούμε να προγραμματίσουμε χειροκίνητα. Σε ένα αυξανόμενο υποσύνολο εφαρμογών η μηχανική μάθηση με τους αλγόριθμους μπορεί να παράγει πιο ακριβή και αξιόπιστα προγράμματα υπολογιστικών συστημάτων που αυτοματοποιούν πολλούς τύπους ρουτίνας για την ροή εργασίας με λίγη ή καμία ανθρώπινη παρέμβαση. Αυτή η πρόοδος υπήρξε ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια και οφείλεται κυρίως στον μεγάλο όγκο των διαθέσιμων δεδομένων κατάρτισης για ορισμένες εργασίες, οι οποίες μπορεί να είναι αρκετά μεγάλες κάνοντας αδύνατο για ένα άτομο να τις εξετάσει ή να τις κατανοήσει, αλλά γίνεται εφικτό μέσα από την ικανότητα επεξεργασίας των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης. Επιπρόσθετα κρίσιμη για την πρόοδο της μηχανικής μάθησης ήταν ο συνδυασμός βελτιωμένων αλγορίθμων συμπεριλαμβανομένων των βαθιών νευρωνικών δικτύων και του πολύ γρηγορότερου υπολογιστή. Όλα τα παραπάνω θα τα δούμε πιο αναλυτικά στα ακόλουθα κεφάλαια.

1.2 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Ο σκοπός της πτυχιακής είναι μια σύντομη ματιά μέσα από ένα παράθυρο που απεικονίζει την τεχνολογική εξέλιξη και αποσκοπεί στην ενημέρωση και κατανόηση των εννοιών της σύγχρονης βιομηχανίας η οποία ακολουθεί την τεχνολογία μέσω της μηχανικής μάθησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μηχανική μάθηση

2.1 Εισαγωγή

Οι βασικές έννοιες της Μάθησης, της Νοημοσύνης και της εξόρυξης δεδομένων συνδέονται άμεσα με την σύγχρονη έννοια της Μηχανικής Μάθησης.

Αυτή μπορεί να οριστεί ως:

Το φαινόμενο κατά το οποίο ένα σύστημα βελτιώνει την απόδοσή του κατά την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας, χωρίς να υπάρχει ανάγκη να προγραμματιστεί εκ νέου.

Με βάση τον ορισμό αυτό η μηχανική μάθηση έχει σαν σκοπό τη δημιουργία μηχανών ικανών να μαθαίνουν, να βελτιώνουν την απόδοσή τους σε κάποιους τομείς μέσω της αξιοποίησης προηγμένης γνώσης και εμπειρίας. Ένας γενικός ορισμός μηχανικής μάθησης δίνεται από τον 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 μετριέται από το P , βελτιώνεται μέσω της εμπειρίας E . >>

Με βάση τα παραπάνω, μπορεί να δοθεί ο ακόλουθος εναλλακτικός ορισμός για την μηχανική μάθηση:

Μηχανική μάθηση ονομάζεται η ικανότητα ενός υπολογιστικού συστήματος να δημιουργεί μοντέλο ή πρότυπο από ένα σύνολο δεδομένων.

Η μηχανική μάθηση ανήκει στον κλάδο της τεχνικής νοημοσύνης και ασχολείται με την μελέτη αλγορίθμων που βελτιώνουν τη συμπεριφορά τους σε κάποια εργασία που τους έχει ανατεθεί χρησιμοποιώντας την εμπειρία τους.

2.2 Εφαρμογές μηχανικής μάθησης

Το φάσμα εφαρμογών της μηχανικής μάθησης είναι πολυδιάστατο και περιλαμβάνει τα ακόλουθα σημαντικά γνωστικά αντικείμενα:

Εφαρμογές προηγμένων υπολογιστών

- ❖ Νόηση Μηχανών
- ❖ Ενόραση Υπολογιστών
- ❖ Επεξεργασία Φυσικών Γλωσσών
- ❖ Αναγνώριση Σχεδίων

- ❖ Μηχανές Αναζήτησης

Γενικές εφαρμογές υπολογιστών

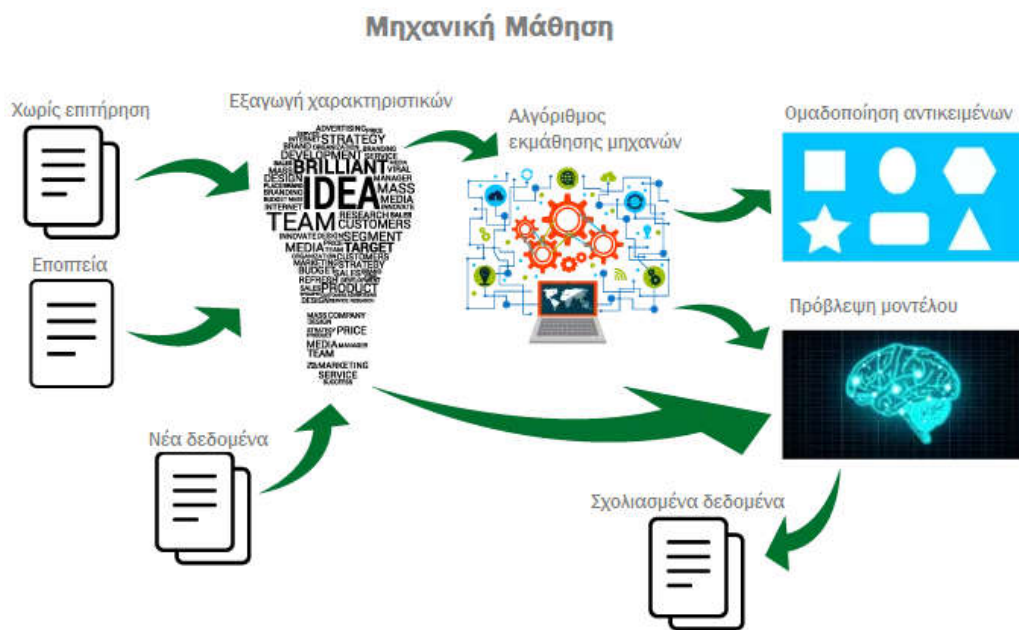
- ❖ Μηχανική λογισμικού
- ❖ Μετακινήσεις Ρομπότ
- ❖ Αναγνώριση Ομιλίας και Χειρογράφων
- ❖ Προσαρμοζόμενοι Ισότοποι
- ❖ Αναγνώριση Αντικειμένων στην Ενόραση Υπολογιστών
- ❖ Παίξιμο Παιγνίων
- ❖ Εξόρυξη Ακολουθιών
- ❖ Εξόρυξη Γνώσεων
- ❖ Συναισθηματικοί υπολογισμοί
- ❖ Ανάκτηση πληροφοριών
- ❖ Συνιστώμενα συστήματα

2.3 Είδη μηχανικής μάθησης

Ο τομέας της μηχανικής μάθησης αναπτύσσει τρεις τρόπους μάθησης:

- ❖ Επιβλεπόμενη μάθηση είναι η διαδικασία όπου ο αλγόριθμος κατασκευάζει μια συνάρτηση που απεικονίζει δεδομένες εισόδους σε γνωστές εξόδους, με στόχο τη γενίκευση της συνάρτησης και για εισόδους με άγνωστη έξοδο. Χρησιμοποιείται σε προβλήματα:
 - Ταξινόμησης
 - Πρόγνωσης
 - Διερμηνείας
- ❖ Μη επιβλεπόμενη μάθηση, όπου ο αλγόριθμος κατασκευάζει ένα μοντέλο για κάποιο σύνολο εισόδων υπό μορφή παρατηρήσεων χωρίς να γνωρίζει τις επιθυμητές εξόδους. Χρησιμοποιείται σε προβλήματα:
 - Ανάλυση συσχετισμών
 - Ομαδοποίησης
- ❖ Ενισχυτική μάθηση, όπου ο αλγόριθμος μαθαίνει μια στρατηγική ενεργειών μέσα από άμεση αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Χρησιμοποιείται κυρίως σε προβλήματα σχεδιασμού, όπως για παράδειγμα ο έλεγχος κίνησης ρομπότ και η βελτιστοποίηση εργασιών σε εργοστασιακούς χώρους.

Για κάθε πρόβλημα προς επίλυση στο χώρο της μηχανικής μάθησης υπάρχει ένας κατάλληλος τρόπος μάθησης και για κάθε τρόπο μάθησης υπάρχει τουλάχιστον ένας κατάλληλος αλγόριθμος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.



Εικόνα 1: Μια σειρά από υπολογιστικές εργασίες που εφαρμόζει η μηχανική μάθηση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Βασικοί αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης

3.1 Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Ως αλγόριθμος ορίζεται μια πεπερασμένη σειρά ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, που στοχεύουν στην επίλυση ενός προβλήματος. Με άλλα λόγια ο αλγόριθμος αποτελείται από μια σειρά από εντολές που έχουν αρχή και τέλος, είναι σαφής και εκτελέσιμες που σκοπό έχουν την επίλυση κάποιου προβλήματος. Οι αλγόριθμοι είναι ιδιαίτερα σημαντικοί γιατί σχετίζονται άμεσα με τον τρόπο με τον οποίο οι υπολογιστές επεξεργάζονται δεδομένα και παράγουν πληροφορίες. Ένα πρόγραμμα υπολογιστών είναι στην ουσία ένας αλγόριθμος που λέει στον υπολογιστή ποια βήματα να εκτελέσει προκειμένου να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος στόχος. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ένας αλγόριθμος μπορεί να θεωρηθεί οποιαδήποτε ακολουθία εντολών που μπορεί να εκτελεσθεί από μια υπολογιστική μηχανή.

Στην οικογένεια των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης συναντάμε μια μεγάλη ποικιλία από αλγόριθμους οι οποίοι μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες με βασικό κριτήριο τα είδη των προβλημάτων που χειρίζονται. Ο κάθε αλγόριθμος βασίζεται σε ξεχωριστά ποσοτικά μέτρα, έτσι ώστε να αναλύει διαφορετικά το σύνολο δεδομένων που δέχεται και να κατασκευάζονται διαφορετικά μοντέλα ταξινόμησης.

Τα βασικά βήματα εκτέλεσης είναι δύο, το στάδιο εκμάθησης και το στάδιο ταξινόμησης. Στο πρώτο στάδιο ο αλγόριθμος ταξινομητή κατασκευάζει τον ταξινομητή και αναλύει το σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης όπου αναπαριστάται συνήθως ως διάνυσμα χαρακτηριστικών της μορφής $X = \langle \chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n \rangle$, με χ_i τα χαρακτηριστικά του στιγμιότυπου που ανήκουν σε μια κλάση. Στο δεύτερο στάδιο εκτιμάται η ακρίβεια του αλγόριθμου που κατασκευάστηκε, με τις μεθόδους αποτίμησης ακρίβειας.

Στόχος της έννοιας της μάθησης είναι να μάθει από μια συνάρτηση και να εκφράσει τα δεδομένα ως ένα μοντέλο. Τα δεδομένα μάθησης αποτελούνται από τη μάθηση με επίβλεψη και από τη μάθηση χωρίς επίβλεψη. Στην μάθηση με επίβλεψη διαπιστώνονται δύο είδη προβλημάτων. Το πρώτο είναι η ταξινόμηση, στο οποίο δημιουργούνται μοντέλα πρόβλεψης διακριτών κλάσεων. Στο δεύτερο το οποίο είναι η παλινδρόμηση, δημιουργούνται μοντέλα πρόβλεψης αριθμητικών τιμών.

3.2 Περιγραφή των πιο βασικών αλγορίθμων στην μηχανική μάθηση

3.2.1 Μάθηση βασισμένη σε δέντρα ταξινόμησης/απόφασης

Τα δέντρα ταξινόμησης αποτελούν μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος μηχανικής μάθησης. Η μέθοδος αυτή παίρνει ως είσοδο ένα διάνυσμα τιμών σε

κάποιες ιδιότητες και επιστρέφει μια έξοδο. Αυτή η έξοδος μπορεί να είναι διακριτή, οπότε ορίζεται ένα πρόβλημα ταξινόμησης, ενώ αν η έξοδος αυτή είναι συνεχής έχουμε ένα πρόβλημα παλινδρόμησης. Τα δέντρα ταξινόμησης χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την τιμή της μεταβλητής που μοντελοποιούν με βάση τις τιμές των θεωρούμενων ανεξάρτητων χαρακτηριστικών.

Ένα δέντρο απόφασης αναπαριστά μια διαδικασία λήψης απόφασης, όπου για κάθε πιθανό σημείο ή κατάσταση έχουμε ένα κόμβο, ενώ για κάθε επιλογή που μπορεί να γίνει σε ένα σημείο απόφασης αναπαριστάται ένα "κόμβο-παιδί". Κάθε κόμβος ορίζει μια συνθήκη ελέγχου της τιμής κάποιου χαρακτηριστικού των περιπτώσεων. Κάθε κλαδί που φεύγει από ένα κόμβο αντιστοιχεί σε μία διαφορετική διακριτή τιμή του χαρακτηριστικού που σχετίζεται με τον κόμβο. Στα κλαδιά καταλήγουν οι τελικοί κόμβοι που ανήκουν σε ένα μόνο σύνολο, όπου είναι οι τελικές αποφάσεις ή ενέργειες.

Για να διασπάσουμε ένα κόμβο με N εγγραφές και σε k παιδιά u_i , και ο αριθμός των εγγραφών είναι $N(u_i)$ με $\sum N(u_i) = N$.

Για να διαλέξουμε τη διάσπαση με το μεγαλύτερο κέρδος, υπολογίζουμε το μέγιστο Δ από την σχέση: $\Delta = I(\text{κόμβος}) - \sum_{i=1}^k \frac{N(u_i)}{N} i(u_i)$.

Για να κατασκευάσουμε ένα δέντρο απόφασης ακολουθούμε τα εξής:

- i. Δημιουργούμε ένα κόμβο που περιέχει όλες τις εγγραφές.
- ii. Διασπάμε τον κόμβο με βάση μια συνθήκη, έτσι ώστε να διαχωριστούν οι εγγραφές σε κάποιο από τα γνωρίσματα.
- iii. Γίνεται αναδρομική κλίση του ii σε κάθε κόμβο μέχρι να φτάσουμε στο τελικό κόμβο, έτσι ώστε να είναι η τελική απόφαση. Όταν κάποιος κόμβος δεν έχει παραδείγματα τότε αντιστοιχίζεται σε μία κατηγορία. Όταν σε κάποιο κόμβο, υπάρχουν θετικά και αρνητικά παραδείγματα, τότε ο κόμβος χαρακτηρίζεται διαφορούμενος.
- iv. Αφού κατασκευαστεί το δένδρο αποφάσεων, μπορούν να γίνουν κάποιες βελτιστοποιήσεις με την μέθοδο κλαδέματος.

Ο αριθμός των πιθανών δένδρων απόφασης είναι εκθετικός. Πολλοί αλγόριθμοι για να κατασκευάσουν ένα δένδρο απόφασης προσπαθούν να κτίσουν λαμβάνοντας μια σειρά από τοπικά βέλτιστες αποφάσεις. Οι πιο γνωστοί αλγόριθμοι είναι οι Hunt's Algorithm, CART, ID3, C4.5, SLIQ, SPRINT, BFTree, J48, J48Graft, LADTree, REPTree, SimpleCart κ.α. Εναλλακτικά τα δένδρα μπορούν να αναπαρασταθούν και ως σύνολα κανόνων if then που ονομάζονται κανόνες ταξινόμησης.

Πέρα από την κατασκευή του δένδρου, πρέπει να καθορίσουμε τις συνθήκες ελέγχου για τα γνωρίσματα. Εξαρτώνται από τον τύπο των γνωρισμάτων σε

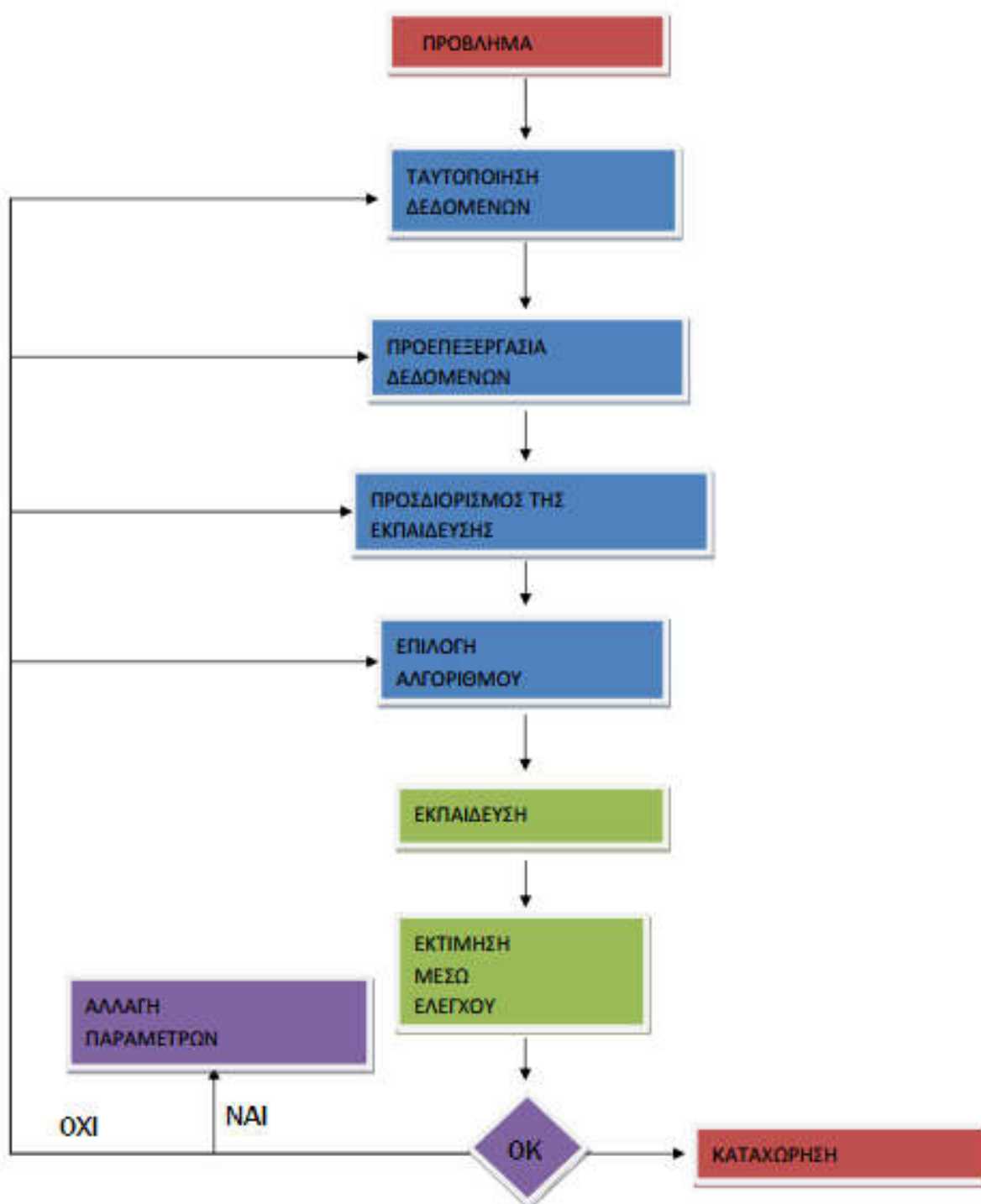
συνεχείς, διακριτές και διατεταγμένες και από το είδος διαχωρισμού στο οποίο θα γίνει δυαδικός διαχωρισμός ή πολλαπλός διαχωρισμός. Με βάση το δυαδικό διαχωρισμό το σύνολο τιμών διαχωρίζεται σε δυο υποσύνολα, ώστε να βρει το βέλτιστο διαχωρισμό, ενώ με τον πολλαπλό χρησιμοποιούνται τόσες διασπάσεις όσες και οι διαφορετικές τιμές που δίνονται.

Οι κανόνες ταξινόμησης αποτελούν την εναλλακτική ταξινόμηση στα δένδρα απόφασης. Θεωρούνται από τις πιο εκφραστικές και κατανοητές αναπαραστάσεις για τον άνθρωπο. Οι κυριότερες κατηγορίες κανόνων που συναντάμε είναι:

- i. η προϋπόθεση κανόνα και
- ii. το συμπέρασμα κανόνα.

Στον κανόνα προϋπόθεσης υπάρχει ένα σύνολο ελέγχων, το οποίο είναι όμοιο με τους ελέγχου του κόμβου ενός δένδρου απόφασης. Οι έλεγχοι συνήθως χρησιμοποιούν τις λογικές συζεύξεις με συχνότερη να εμφανίζεται η AND. Στον κανόνα με συμπέρασμα γίνεται η εκχώρηση ταξινόμησης, συνόλου ταξινομήσεως ή κατανομής πιθανότητας. Όταν συναντούμε ανεξάρτητους κανόνες χρησιμοποιούνται οι λογικές διαζεύξεις, κατά κύριο λόγο η OR, ώστε να ατυχούμε τη δημιουργία κανόνα. Το πρόβλημα που συναντάμε είναι ότι κάποιες φορές οι υποδείξεις των κανόνων είναι διαφορετικές για το ίδιο παράδειγμα.

Για να μετατρέψουμε ένα δένδρο σε ένα σύνολο κανόνων θα πρέπει αρχικά να θέσουμε έναν κανόνα για κάθε φύλλο. Η προϋπόθεση περιέχει μια συνθήκη για κάθε κόμβο που συναντάται από τη ρίζα ως το φύλλο, ενώ ως συμπέρασμα ορίζεται η τάξη εκχώρησης. Οι παραγόμενοι κανόνες είναι σαφείς και ορίζονται μονοσήμαντα, και αλλάζοντας τη σειρά που θα εκτελεστούν δεν θα αλλοιωθεί το αποτέλεσμα. Όταν υπάρχουν πολλοί κανόνες θα χρειαστεί "κλάδεμα" για την απομάκρυνση των περιττών ελέγχων και κανόνων.



Εικόνα 2: Παράδειγμα βασισμένο σε δένδρα ταξινόμησης/απόφασης

3.2.2 Μάθηση βασισμένη σε στιγμιότυπα

Πρόκειται για μια ιδιαίτερα απλή προσέγγιση του προβλήματος της μηχανικής μάθησης, η οποία παρουσιάζει ωστόσο μια θεμελιώδη διαφορά με όλες τις υπόλοιπες οικογένειες αλγορίθμων. Σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους μηχανικής μάθησης, οι οποίες κωδικοποιούν τα παραδείγματα εκπαίδευσης σε μια συμπαγή περιγραφή, η μάθηση βασισμένη σε στιγμιότυπα, τα δεδομένα εκπαίδευσης μπορούν να διατηρηθούν αυτούσια.

Ένας αλγόριθμος μάθησης βασισμένος σε στιγμιότυπα στερείται του σταδίου της εκπαίδευσης. Αντί αυτού, ο αλγόριθμος αρκείται στην απλή απομνημόνευση όλων των στιγμιότυπων εκπαίδευσης που του παρέχονται, τα οποία χρησιμοποιεί μόνο όταν κληθεί να αποφανθεί για ένα άγνωστο στιγμιότυπο. Η απόφαση αυτή λαμβάνεται με βάση την ομοιότητα του αγνώστου στιγμιότυπου με τα αποθηκευμένα. Ο έλεγχος ομοιότητας δύο στιγμιότυπων επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας συνάρτησης απόστασης, η οποία επιλέγεται κατά αναλογία με τη φύση του εκάστοτε προβλήματος. Γίνεται αντιληπτό ότι οι αλγόριθμοι της κατηγορίας αυτής δεν κατασκευάζουν ένα καθολικό μοντέλο που να αναπαριστά τη γνώση που απέκτησαν από τα δεδομένα της εκπαίδευσης, αλλά ο προσδιορισμός της συνάρτησης στόχου γίνεται τοπικά, με κάθε ταξινόμηση ενός αγνώστου στιγμιότυπου, αντλώντας πληροφορίες από τα χαρακτηριστικά της ομάδας στιγμιότυπων με τα οποία συγγενεύει.

3.2.3 Μάθηση κατά Bayes

Η μάθηση κατά Bayes αποτελεί μια ιδιαίτερα δημοφιλή προσέγγιση για την επαγωγική κατασκευή ταξινομητών καθώς έχει επιδείξει σημαντικά αποτελέσματα σε ένα ευρύτατο φάσμα εφαρμογών. Η λειτουργία αυτής της κατηγορίας αλγορίθμων στηρίζεται στην υπόθεση ότι η υπό εκμάθηση έννοια σχετίζεται άμεσα με την κατανομή των πιθανοτήτων που παρουσιάζουν τα στιγμιότυπα του προβλήματος αναφορικά με την κλάση στην οποία ανήκουν. Στη μάθηση κατά Bayes υπολογίζεται η πιθανότητα κάθε υπόθεσης, με βάση τα δεδομένα και κάνει προβλέψεις με χρήση όλων των υποθέσεων σύμφωνα με τις πιθανότητες τους, αντί με την χρήση μόνο της βέλτιστης υπόθεσης. Πιο συγκεκριμένα, κάθε παράδειγμα εκπαίδευσης μπορεί σταδιακά να μειώσει ή να αύξηση την πιθανότητα να είναι σωστή μια υπόθεση. Όμως αυτό δεν είναι εφικτό γιατί είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις πιθανότητες πολλών τιμών. Αυτή η δυσκολία εφαρμογής έχει δώσει μεγάλη πρακτική αξία, στον απλό ταξινομητή Bayes, στον οποίο γίνεται η παραδοχή ότι τα χαρακτηριστικά είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Το πιο συνηθισμένο μοντέλο Bayes που χρησιμοποιείται είναι το αποκαλούμενο "απλοϊκό" μοντέλο Bayes. Το επίθετο απλοϊκό δόθηκε επειδή θεωρεί τα χαρακτηριστικά είναι υπό συνθήκη ανεξάρτητα μεταξύ τους, με δεδομένη

κατηγορία. Με χαρακτηριστικές τιμές x_1, x_2, \dots, x_n , η πιθανότητα κάθε κατηγορίας δίνεται από τον τύπο $P(C | x_1, x_2, \dots, x_n) = aP(C) \prod_j P(x_j/C)$ όπου C είναι η ρίζα (μεταβλητή κατηγορίας) και το x_i είναι τα φύλλα (μεταβλητές χαρακτηριστικών).

3.2.4 Παρεμβολή και παλινδρόμηση

Άλλη μια τεχνική μηχανικής μάθησης με επίβλεψη είναι η παλινδρόμηση, όπου είναι η διαδικασία προσδιορισμού της σχέσης μιας εξαρτημένης μεταβλητής y με μια ή περισσότερες άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές x_1, x_2, \dots, x_n . Χρησιμοποιείται με σκοπό την εκχώρηση δεδομένων στις μεταβλητές πρόβλεψης, αν οι μεταβλητές είναι συνεχείς. Επιπρόσθετα η ανάλυση της παλινδρόμησης έχει καθοριστική σημασία γιατί μας δείχνει στατιστικά την εκτίμηση των συσχετίσεων, δηλαδή ο βαθμός εμπιστοσύνης είναι κοντά στην εκτίμηση που έχει γίνει. Η παρεμβολή παρουσιάζεται σε γραμμικά και μη γραμμικά μοντέλα, στη Γραμμική Παλινδρόμηση αντίστοιχα και στη Λογιστική Παλινδρόμηση. Όταν χρησιμοποιείται για παρεμβολή σημείων σε ενδιάμεσα τμήματα μπορεί να γίνει και η κατηγοριοποίηση. Η συνάρτηση παλινδρόμησης προβλέπει τη συνάρτηση χ με μεταβλητές x_1, x_2, \dots, x_n στην κλάση με τιμή y . Το πιο γνωστό μοντέλο είναι το γραμμικό, όπου η αναμενόμενη τιμή της εξόδου μοντελοποιείται με μια γραμμική συνάρτηση ή άθροισμα με βάρη των παραμέτρων εισόδου. Αυτό δίνεται από τον τύπο

$$y_j = b_0 + b_1x_{1j} + b_2x_{2j} + \dots + b_nx_{mj}, j = 1, 2, \dots, m$$

όπου m είναι ο αριθμός των παραδειγμάτων εκπαίδευσης και b_i για $i = 1, \dots, n$ για υπολογισμό των συντελεστών.

3.2.5 Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

Χαρακτηριστικός εκπρόσωπος της μηχανικής μάθησης είναι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, τα οποία επιδιώκουν την επεξεργασία των δεδομένων που εξαρτώνται από ένα πλήθος τεχνητών νευρώνων οργανωμένων σε δομές παρόμοιες με αυτές του ανθρώπινου εγκεφάλου. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλή σε προβλήματα που δεν μπορούν να γίνουν προβλέψεις, όπως προβλήματα σε πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες που σχετίζονται με την ταξινόμηση, αναγνώριση, αποτίμηση και πρόβλεψη. Έτσι οργανώνονται σε επίπεδα, όπου το πρώτο είναι το επίπεδο εισόδου, όπου χρησιμοποιείται για να εισάγουμε τα δεδομένα μας. Το ενδιάμεσο επίπεδο ονομάζεται κρυφό επίπεδο και μπορεί να απαρτίζεται από ένα ή και παραπάνω κρυφά επίπεδα. Τέλος υπάρχει και το επίπεδο εξόδου. Οι υπολογιστικοί νευρώνες πολλαπλασιάζουν κάθε είσοδο τους με το αντίστοιχο συνοπτικό βάρος και υπολογίζουν το ολικό άθροισμα. Έτσι το άθροισμα τροφοδοτεί τη συνάρτηση ενεργοποίησης, την οποία υλοποιεί κάθε κόμβος. Κάθε

φορά λαμβάνεται η τιμή της συνάρτησης και η έξοδος του νευρώνα για τις τρέχουσες τιμές. Η συνάρτηση αυτή δίνεται από τον τύπο

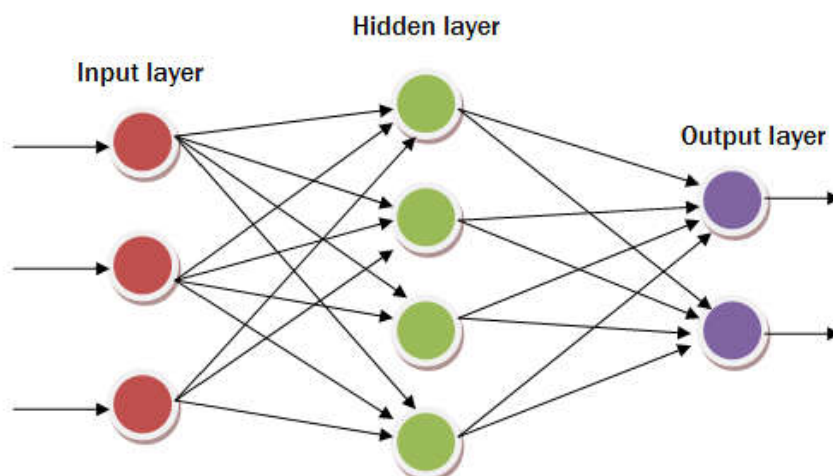
$$y_k = \varphi \left(\sum_{i=0}^N x_{ki} w_{ki} \right),$$

Όπου x_{ki} είναι η i -οστή είσοδος του k νευρώνα, w_{ki} το i -οστό συνοπτικό βάρος του k νευρώνα, φ η συνάρτηση ενεργοποίησης του νευρωνικού δικτύου και y_k η έξοδος του k νευρώνα. Στον k οστό νευρώνα έχουμε το συνοπτικό βάρος w_{ki} όπου καλείται πόλωση ή κατώφλι. Αν το συνολικό άθροισμα από τις υπόλοιπες εισόδους του νευρώνα είναι μεγαλύτερο από την αρχική του τιμή που θα πάρει και θα είναι 1, τότε ο νευρώνας ενεργοποιείται. Αν είναι μικρότερο από την τιμή της εισόδου, τότε ο νευρώνας παραμένει ανενεργός.

Οι νευρώνες μπορεί να είναι πλήρως συνδεδεμένοι, δηλαδή είναι συνδεδεμένοι με τους υπόλοιπους νευρώνες αλλιώς είναι μερικώς συνδεδεμένοι. Όταν δεν υπάρχουν συνδέσεις μεταξύ νευρώνων προηγούμενου επιπέδου τα δίκτυα χαρακτηρίζονται πρόσθια τροφοδοτούμενα, διαφορετικά αν έχουμε το αντίθετο ή καθώς και στην περίπτωση συνδέσεων μεταξύ των νευρώνων ίδιου επιπέδου, χαρακτηρίζονται με ανατροφοδότηση. Τα τεχνικά νευρωνικά δίκτυα εκτελούν δύο βασικές λειτουργίες. Αρχικά κατά την διαδικασία της εκπαίδευσης, χρησιμοποιείται η λειτουργία της μάθησης όπου τροποποιεί την τιμή των βαρών του δικτύου, ώστε αν δώσουμε ένα συγκεκριμένο διάνυσμα εισόδου να πάρουμε ένα συγκεκριμένο διάνυσμα εξόδου. Άλλη μια λειτουργία είναι η ανάκληση όπου υπολογίζει ένα διάνυσμα εξόδου για ένα συγκεκριμένο διάνυσμα εισόδου και τιμές βαρών. Επιπλέον μπορούν να εμφανίσουν φαινόμενα υποταιριάσματος ή ατελούς μάθησης ή υπερταιριάσματος. Αν το δίκτυο αυτό δεν είναι αρκετά περίπλοκο μπορεί να αποτύχει να μοντελοποιήσει τα δεδομένα εκπαίδευσης οπότε μπορεί να οδηγηθεί στο φαινόμενο του υποταιριάσματος. Αντίθετα αν έχουμε ένα πολύπλοκο νευρωνικό δίκτυο μπορεί να μοντελοποιήσει υπερβολικά τα δεδομένα εκπαίδευσης καθώς και τον θόρυβο που μπορεί να υπάρχει μέσα σε αυτά. Στην περίπτωση αυτή παρουσιάζεται το φαινόμενο υπερταιριάσματος όπου δίνει σωστή πρόβλεψη για τα δεδομένα εκπαίδευσης αλλά παράγει λάθος προβλέψεις για τις επόμενα δεδομένα εισόδου.

Σε προβλήματα που δεν μπορούν να γίνουν προβλέψεις, όπως προβλήματα που σχετίζονται με την ταξινόμηση, αναγνώριση, αποτίμηση και πρόβλεψη τα τεχνικά νευρωνικά δίκτυα είναι ιδιαίτερα δημοφιλή. Τέσσερις βασικές ιδιότητες που παρουσιάζονται στα νευρωνικά δίκτυα είναι:

- ❖ ικανότητα για την αναγνώριση προτύπων
- ❖ εκμάθηση μέσω παραδειγμάτων
- ❖ ανοχή σε σφάλματα
- ❖ δυνατότητα θεώρησης ως κατανεμημένη μνήμη και ως μνήμη συσχέτισης



Εικόνα 3 : Μορφή τεχνικών νευρωνικών δικτύων

3.3 Στυλ μάθησης

Εκτός από τους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, υπάρχει το στυλ μηχανικής μάθησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Μερικοί αλγόριθμοι είναι περισσότερο επιδεκτικοί σε ορισμένα στυλ που περιλαμβάνουν:

- ❖ Εποπτευόμενη μάθηση
- ❖ Μη εποπτευόμενη μάθηση
- ❖ Ημι-εποπτευόμενη μάθηση

Η εποπτευόμενη μάθηση έχει χαρακτηρίσει δεδομένα εκπαίδευσης, όπως ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που έχει επισημανθεί ως ανεπιθύμητο. Η διαδικασία κατάρτισης συνήθως δημιουργεί βελτιωμένη ακρίβεια με την πάροδο του χρόνου. Χρησιμοποιείται σε αλγόριθμους όπως τα αναπαραγόμενα νευρωνικά δίκτυα.

Η μη εποπτευόμενη μάθηση δεν διαθέτει δεδομένα που έχουν επισημανθεί και το αποτέλεσμα της κατάρτισης είναι συχνά άγνωστο. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία γενικών κανόνων.

Η μάθηση με ημι-επιτήρηση περιλαμβάνει ένα μείγμα δεδομένων με ετικέτα και μη ετικέτα. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται συχνά όταν η δομή των δεδομένων πρέπει να γίνει κατανοητή και να κατηγοριοποιηθεί επιπρόσθετα ώστε να επιτρέπονται προβλέψεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Βιομηχανία

4.1 Εισαγωγή

Η βιομηχανία αποτελείται από το σύνολο των δραστηριοτήτων που αφορούν το μετασχηματισμό των πρώτων υλών σε αγαθά κατάλληλα για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών. Αυτό επιτυγχάνεται κατά κύριο λόγο μέσω της χρήσης μηχανικών ή χημικών μέσων αλλά και μέσω της άμεσης ανθρώπινης εργασίας. Η βιομηχανία καλύπτει ένα μεγάλο φάσμα της οικονομικής δραστηριότητας. Η βιομηχανία περιλαμβάνει πολλούς κλάδους παραγωγής με διάφορα αντικείμενα δράσης, ενώ η ταξινόμηση των βιομηχανικών μονάδων διαφέρει ανάλογα με τα κριτήρια που χρησιμοποιούμε για την ταξινόμηση αυτή. Οι βιομηχανίες διακρίνονται :

- ❖ εξορυκτικές, οι οποίες δίνουν πρώτες μεταλλευτικές ύλες και καύσιμα και
- ❖ μεταποιητικές, είναι αυτές που με την επεξεργασία των πρώτων υλών μας προσφέρουν προϊόντα για κατανάλωση

Ανάλογα με τη σημασία των προϊόντων που επεξεργάζονται και τη φύση των εγκαταστάσεων τους τις διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες:

- ❖ Σε βαριές ή κεφαλαιουχικών αγαθών
- ❖ Σε ελαφρές ή καταναλωτικών αγαθών

Επιπρόσθετα ανάλογα με τη χρησιμοποίηση στην παραγωγική διαδικασία νέων τεχνικών μέσων ή όχι τις διακρίνουμε στις ακόλουθες κατηγορίες:

- ❖ Σε παραδοσιακές, που λειτουργούν από παλιά χωρίς βαθιά τεχνολογική αλλαγή και
- ❖ σε σύγχρονες, όπως η πυρηνική βιομηχανία, η ηλεκτρονική κ.λπ. που βαδίζουν πάνω στα χνάρια της τεχνολογικής προόδου.



Εικόνα 4: Μονάδα σύγχρονης βιομηχανίας

4.2 Η σημασία της βιομηχανίας

Η σημασία της βιομηχανία αποτελεί την κυριότερη πηγή οικονομίας για μία χώρα. Είναι κατανοητό ότι το ρόλο του πρωταγωνιστή ενός ανταγωνιστικού εθνικού παραγωγικού συστήματος μόνον η σύγχρονη βιομηχανία μπορεί να αναλάβει, λόγω της υψηλής προστιθέμενης αξίας της παραγωγής της, της ζήτησης των προϊόντων της και των πολλαπλασιαστικών ευεργετικών συνεπειών που η ανάπτυξη της προκαλεί, σε ολόκληρο το οικονομικό κύκλωμα. Ειδικότερα η βιομηχανία είναι ο χώρος ο οποίος αξιοποιεί περισσότερο από κάθε άλλον, καινοτομικές επιλογές και σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις, γεγονός που της εξασφαλίζει ευρύτερες δυνατότητες βελτίωσης της παραγωγικότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Όταν η μηχανική μάθηση συναντά την βιομηχανία

5.1 Εισαγωγή

Η ικανότητα της μηχανικής μάθησης να εξελίσσεται ταχέως σε μεταβαλλόμενες και περίπλοκες καταστάσεις επιταχύνοντας τον ρυθμό αυτοματισμού την καθιστά ιδανική για την βιομηχανία και την εντάσσει στην σύγχρονη μορφή της. Οι καινοτομίες της μηχανικής μάθησης γίνονται πιο πολύτιμες καθώς , οι μηχανές θα θωαξήσουν τις ανθρώπινες δυνατότητες και καθιστούν δυνατό εντελώς νέα προϊόντα, υπηρεσίες και διαδικασίες. Η τεχνολογία της μηχανικής μάθησης έχει φτάσει γρήγορα στη βιομηχανική ρομποτική τεχνολογία. Στην προσπάθεια βελτίωσης της παραγωγικότητας, οι κατασκευαστές προσπαθούν να βελτιώσουν τις άκαμπτες δυνατότητες των τυποποιημένων βιομηχανικών ρομπότ. Η τεχνολογία, ενώ είναι σχετικά νέα, είναι ευρέως διαθέσιμη και επηρεάζει τις διαδικασίες κατασκευής με διάφορους τρόπους.



Εικόνα 5: Απεικόνιση μια σύγχρονης βιομηχανικής μονάδας με μηχανική μάθηση.

5.2 Βιομηχανικός αυτοματισμός

5.2.1 Εφαρμογή της εκμάθησης μηχανών στο βιομηχανικό αυτοματισμό

Η μηχανική μάθηση έχει φέρει επανάσταση σε ορισμένους τομείς της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια και πρόκειται να αγγίξει πολλούς άλλους στο εγγύς μέλλον. Ένα από αυτά θα μπορούσε να είναι ο βιομηχανικός αυτοματισμός, αν και παραδοσιακά αποτελεί ένα απρόθυμο περιβάλλον για την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Αν το σκέφτεστε, ένα τυπικό "μοντέρνο" βιομηχανικό ρομπότ που πωλείται αυτές τις μέρες έχει τα ίδια ακριβώς χαρακτηριστικά που είχε στις δεκαετίες του ογδόντα: κινηματικό μοντέλο, δυναμικό μοντέλο, υβριδικό έλεγχο δηλαδή τίποτα νέο, τίποτα έξυπνο. Οι βιομηχανίες προτιμούν συνήθως απλούστερες αλλά πιο σταθερές προσεγγίσεις για την αυτοματοποίηση των μηχανών. Οι χειριστές είναι πιστοί στις διεπαφές σκληρού κλειδιού του παλαιού τύπου. Όλοι πιστεύουν ότι τα νέα φανταχτερά κόλπα είναι καλύτερα έξω από το εργοστάσιο. Δηλαδή, μέχρι να αποδειχθεί ένα τεράστιο πλεονέκτημα απόδοσης για να δικαιολογήσει ένα άλμα στην καμπύλη της τεχνολογίας. Υπάρχουν πράγματι μερικοί τομείς στους οποίους η μηχανική μάθηση θα μπορούσε να επιφέρει βελτιώσεις στον κόσμο των συστημάτων ελέγχου. Εδώ προσπαθούμε να εντοπίσουμε και να περιγράψουμε πόσο πιθανό είναι αυτό για τον βιομηχανικό αυτοματισμό.

5.2.1.1 Μηχανικό όραμα

Το όραμα είναι το κόσμημα της μηχανικής μάθησης: είναι η περιοχή όπου έχουν βρεθεί οι πιο εκπληκτικές εφαρμογές. Το όραμα στον βιομηχανικό αυτοματισμό δεν είναι σχεδόν τόσο διαδεδομένο όσο στην μαζική καταναλωτική αγορά, πιθανόν επειδή οι παραδοσιακές προσεγγίσεις δεν ήταν αρκετά ισχυρές για τις βιομηχανικές απαιτήσεις. λειτουργούν πρακτικά σε ταχύτητα σε πραγματικό χρόνο. Αυτό που είναι καλύτερο είναι ότι αυτά τα δίκτυα μπορούν να εκπαιδευτούν εκτός σύνδεσης σε προσομοιωμένα και επαυξημένα δεδομένα, χωρίς να απαιτείται λεπτή ρύθμιση στο μηχάνημα. Μπορούν εύκολα να δημιουργήσουν αυτόματα μια τεράστια βάση δεδομένων, έτσι ώστε ένας χειριστής να μπορεί να επιλέγει διαφορετικά αντικείμενα από έναν μεταφορέα. Ενώ η κατάρτιση ενός ολόκληρου βαθμού δικτύου μπορεί να φαίνεται εκφοβιστική, η μεταφορά της μάθησης μειώνει δραματικά το χρόνο κατάρτισης. Η μηχανική όραση θα βρει γρήγορα τον τρόπο της στον αυτοματισμό μηχανών και εργοστασίων στους τομείς της συσκευασίας, του εφοδιασμού, της διαλογής, του ελέγχου και πολλά άλλα.

5.2.1.2 Προγνωστική Συντήρηση

Η επόμενη περιοχή όπου η εκμάθηση μηχανών μπορεί να βελτιώσει την τρέχουσα κατάσταση της τεχνολογίας είναι η συντήρηση του εξοπλισμού. Η παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης ενός μηχανήματος και η δυνατότητα

πρόβλεψη σφαλμάτων υλικού πριν συμβεί μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλο κόστος, αποφεύγοντας τη ζημιά στα τεμάχια εργασίας και προ-προγραμματίζοντας στάσεις παραγωγής για επισκευές. Παραδοσιακά, η παρακολούθηση της κατάστασης σε βιομηχανικό επίπεδο πραγματοποιείται με την ανάγνωση σημάτων από διάφορα είδη αισθητήρων όπως ρεύματα, θερμοκρασίες, ροπές, επιταχύνσεις, ροές κτλ και τον καθορισμό στατικών κατωφλίων που δεν πρέπει να παραβιάζονται. Ενώ είναι απλή, αυτή η τεχνική πάσχει από μερικά μειονεκτήματα:

- ❖ Οι χειριστές σπάνια γνωρίζουν πώς και πού να ορίσουν τα όρια.
- ❖ Τα κατώτατα όρια είναι στατικά, αλλά οι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να διαφέρουν πολύ.
- ❖ Οι εσωτερικές δομές των σημάτων αγνοούνται εντελώς, έτσι ώστε να μην αναγνωρίζονται έγκαιρα οι δημιουργίες προβλημάτων.
- ❖ Μόλις ένα σήμα φτάσει σε ένα κατώφλι, μπορεί να είναι πολύ αργά για να ενεργήσει.

Μια πολύ καλύτερη προσέγγιση συνίσταται στην οικοδόμηση ενός μοντέλου της μεταβλητής (ες) που παρακολουθούμε και να χρησιμοποιήσουμε το πρότυπο ως πρόβλεψη για το μέλλον. Με τη σύγκριση των προβλέψεων με τις πραγματικές παρατηρήσεις, μπορούμε στη συνέχεια να παρέχουμε μια ανίχνευση υψηλής ανάλυσης ελαττωμάτων εξοπλισμού πολύ πριν φτάσουν σε μια κρίσιμη κατάσταση.

Ενώ αυτή η τεχνική επιλύει πολλές από τις προαναφερθείσες ελλείψεις, είναι πρακτικά πολύ δύσκολο να εφαρμοστεί. Οι κυριότεροι λόγοι είναι:

- ❖ Τα φυσικά μοντέλα ενδέχεται να μην είναι εύκολο να περιγραφούν αναλυτικά επειδή ενδέχεται να εξαρτώνται από πολλές φυσικές μεταβλητές με άγνωστες αλληλεπιδράσεις
- ❖ Μια μαθηματική φόρμουλα ποτέ δεν μοντελοποιεί ένα φυσικό σύστημα τέλεια. Υπάρχουν πάντα ανακρίβειες που οφείλονται σε μη μοντελοποιημένα αποτελέσματα (π.χ. ελαστικότητας σε μηχανικά μοντέλα) ή σε αποκλίσεις λόγω εσφαλμένων παραμετροποιήσεων του ίδιου του μοντέλου (π.χ. θερμικές σταθερές σε πλαστικό εξώθησης)
- ❖ Ακόμη και το καλύτερο μοντέλο με τις πιο ακριβείς παραμέτρους θα υποφέρει από εξαρτώμενες από το χρόνο εφέ που αλλάζουν τις συνθήκες του παρασκηνίου (π.χ. μεταβολές θερμοκρασίας μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα, φαινόμενα τριβής όταν οι δεσμοί λιπαίνονται περισσότερο ή λιγότερο). Μια επαναπαραμετροποίηση του μοντέλου μπορεί να είναι πολύπλοκη και δαπανηρή: πρέπει να καλέσετε έναν ειδικό για να το κάνετε αυτό για κάθε μηχανήμα που αναπτύσσεται στον τομέα

Η μηχανική μάθηση έρχεται στη διάσωση στην απλούστερη μορφή της: εποπτεύει τη μάθηση. Αντί να προσπαθήσουμε να κάνουμε τη φυσική να ταιριάζει με τα μαθηματικά, αφήνουμε απλώς τη φυσική να υπαγορεύει τα μαθηματικά. Δεν γράφουμε ένα απλό γραμμικό μοντέλο και ελπίζουμε ότι η μηχανή θα συμπεριφερθεί έτσι. Παρατηρούμε τη συμπεριφορά του μηχανήματος και

μαθαίνουμε ένα σύνθετο, μη γραμμικό μοντέλο από δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα απλό νευρωνικό δίκτυο ως προσέγγιση προσέγγισης. Το δίκτυο στη συνέχεια μετατρέπεται σε ισχυρό πρότυπο κατάστασης: είναι απαλλαγμένο από μεροληψίες που σχετίζονται με την απλούστευση από τον άνθρωπο. Έχει μάθει πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις και κρυμμένα αποτελέσματα καθαρά από μετρήσεις, και, το καλύτερο, μπορεί να προσαρμόζεται συνεχώς στις αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσω συνεχούς μάθησης σε απευθείας σύνδεση σε πραγματικό χρόνο. Επομένως, η προληπτική συντήρηση μπορεί να επιτύχει πιο έξυπνο βαθμό παρακολούθησης σε οποιοδήποτε επίπεδο: από μεμονωμένα εξαρτήματα, έως ολόκληρα μηχανήματα, μέχρι πολύπλοκες διαδικασίες, σε μια ολόκληρη γραμμή παραγωγής.

5.2.1.3 Μοντελοποίηση βελτιστοποίησης

Η βελτιστοποίηση είναι ένας άλλος τομέας όπου η εισαγωγή τεχνικών μηχανικής μάθησης μπορεί να φέρει σοβαρή επανάσταση στο πεδίο. Όλες οι βιομηχανικές μηχανές και διεργασίες κινούνται από ελεγκτές: από τον απλούστερο ελεγκτή PID έως την προσθήκη μοντέλων τροφοδοσίας προς τις τεχνικές MPC σε άλλα εξωτικά μη γραμμικά μοντέλα. Όλοι αυτοί οι ελεγκτές πρέπει να παραμετροποιηθούν είτε χειροκίνητα είτε αυτόματα μέσω αυτόματων τεχνικών ταυτοποίησης. Και εδώ έρχεται το πρόβλημα: οι περισσότεροι από τους ελεγκτές που αναπτύσσονται στον τομέα δεν έχουν βελτιστοποιηθεί, εξαιτίας πολλών λόγων:

- ❖ Ο χειρωνακτικός συντονισμός είναι δύσκολος και απαιτεί μεγάλη εμπειρία και βαθιά γνώση της διαδικασίας
- ❖ Οι λειτουργίες αυτόματης ρύθμισης δεν είναι πάντα διαθέσιμες και, όταν είναι διαθέσιμες, δεν είναι πάντοτε βέλτιστες. Η τελειοποίηση απαιτείται συχνά αργότερα.
- ❖ Όπως και στην περίπτωση της προβλεπτικής συντήρησης, η βέλτιστη παραμετροποίηση μπορεί να είναι ένας δυναμικός στόχος για έναν προσαρμοστικό ελεγκτή.

Ο αριθμός των παραμέτρων σε έναν ελεγκτή μπορεί να ποικίλει σημαντικά: ο ελεγκτής θερμοκρασίας για το πλαστικό σε μια μηχανή χύτευσης με έγχυση συνήθως βασίζεται μόνο σε τρεις παραμέτρους, το δυναμικό μοντέλο ενός τυποποιημένου χειριστή 6 αξόνων χρησιμοποιεί πάνω από εκατό παραμέτρους βάσης (αν και δεν είναι εντελώς αποσυνδεδεμένο). Στόχος μας είναι να ανακαλύψουμε το καλύτερο (βέλτιστο) σύνολο παραμέτρων που μεγιστοποιεί την απόδοση του ελεγκτή, που μετράται από κάποιο είδος δείκτη (π.χ. καθίζηση χρόνου για θερμοκρασία ή σφάλμα θέσης για ηλεκτρικό ενεργοποιητή ή ισχύ εξόδου από ανεμογεννήτρια). Η μηχανική μάθηση λύνει τη βελτιστοποίηση μιας στρατηγικής ελέγχου χρησιμοποιώντας τεχνικές μάθησης οπλισμού. Η ονοματολογία είναι ελαφρώς διαφορετική (το μοντέλο γίνεται μια πολιτική, η είσοδος είναι μια παρατήρηση, η έξοδος μια ενέργεια, η ανατροφοδότηση μια ανταμοιβή), αλλά η ιδέα είναι απολύτως η ίδια. Συγκεκριμένα, επικεντρωνόμαστε στους αλγόριθμους αναζήτησης πολιτικής επειδή έχουμε ήδη μια αρχική πολιτική για να δουλέψουμε: τον αρχικό μας υπο-βέλτιστο ελεγκτή, συνήθως προεπιλεγμένο σε πρωτότυπο μηχανήμα ή σε περιβάλλον προσομοίωσης και

περιμένοντας μια βελτιστοποίηση πραγματικού πεδίου. Αυτή η προσέγγιση καθιστά εύκολη την έγχυση προηγούμενης γνώσης στην πολιτική (χρησιμοποιώντας τον ελεγκτή στη λειτουργία προσομοίωσης για τη δημιουργία πολλών δεδομένων). Μετά από αυτό, εφαρμόζουμε τεχνικές RL για να βελτιώσουμε την πολιτική π μεγιστοποιώντας την προσδοκία της δημιουργούμενης ανταμοιβής $R: E [R | \pi]$. Μπορούμε είτε να διαταράξουμε το χώρο δράσης (π.χ. DDPG) είτε την πολιτική άμεσα (π.χ. ES), η τελευταία είναι η μόνη επιλογή σε περίπτωση μη διαφοροποιήσιμων λειτουργιών κόστους και γενικά μια διερευνητική παραλλαγή, αν και πιο δαπανηρή από την άποψη του χρόνου. Ενώ η μάθηση για την ενίσχυση δεν εγγυάται τη σύγκλιση της πολιτικής με τη βέλτιστη παραμετροποίηση του ελεγκτή μας, θα πρέπει να παρέχει βελτιώσεις στις περισσότερες περιπτώσεις. Το ερώτημα είναι με ποια έξοδα. Η απάντηση εξαρτάται από την πολυπλοκότητα του προβλήματος και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων. Ένας ελεγκτής με τρεις παραμέτρους, για τους οποίους είναι διαθέσιμο ένα περιβάλλον προσομοίωσης, μπορεί να βελτιστοποιηθεί αρκετά γρήγορα. Από την άλλη πλευρά, ένα μεγάλο μοντέλο που μπορεί να συντονιστεί μόνο στην πραγματική μηχανή θα σπαταλήσει πολύ χρόνο και υλικό. Τέλος, πρέπει να υπάρχουν πάντα αυστηροί περιορισμοί ασφαλείας, διότι τυχαία διατάραξη των παραμέτρων πολιτικής μπορεί να οδηγήσει σε απρόβλεπτες ενέργειες. Ένας κοινός εναλλακτικός τρόπος διατήρησης της διαθέσιμης γνώσης από έναν υπάρχοντα ελεγκτή είναι να προσθέσει τη νέα πολιτική ως μια παράλληλη αποζημίωση που πρέπει να μάθει από την αρχή. Αυτό θα σώσει τον εποπτευόμενο χρόνο εκπαίδευσης και θα αποφύγει τις ανακρίβειες της διαδικασίας προσέγγισης. Μια τυπική περίπτωση όπου προτιμάται αυτή η προσέγγιση είναι η αντιστάθμιση για ζητήματα μηχανικής και βαθμονόμησης στα βιομηχανικά ρομπότ. Αντί να εκπαιδεύσουμε ένα δίκτυο σε ένα υπάρχον κινηματικό μοντέλο και στη συνέχεια να το βελτιώσουμε με μάθηση οπλισμού, μπορούμε απλώς να προσθέσουμε μια κενή πολιτική παράλληλα με την προεπιλεγμένη αντίστροφη κινηματική και να χρησιμοποιήσουμε το RL για να δουλέψουμε αποκλειστικά σε εκείνο το τμήμα του ελεγκτή. Με άλλα λόγια, αντί να βελτιστοποιήσουμε το υπάρχον μοντέλο, προσθέτουμε μια εξωτερική αποζημίωση σε αυτό.

5.2.1.4 Έλεγχος

Η εκμάθηση μιας στρατηγικής ελέγχου από το μηδέν είναι ακριβώς αυτό που αφορά αυτό το τελευταίο τμήμα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαθέσιμο αναλυτικό μοντέλο για τον έλεγχο μιας διαδικασίας, απλώς και μόνο επειδή η διαδικασία είναι πολύ πολύπλοκη για να μοντελοποιηθεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις, δεν ανησυχούμε για τη βελτιστοποίηση μιας πολιτικής, επειδή αυτή η πολιτική δεν υπάρχει ακόμα. Ανησυχούμε πραγματικά για την ανακάλυψη της πολιτικής που ξεκινά απόλυτα με απόλυτη μηδενική γνώση για το σύστημα. Αυτό είναι σαφώς ένα δύσκολο έργο: απαιτεί ένα τεράστιο όγκο δεδομένων και συνήθως εξετάζεται μόνο για διαδικασίες που μπορούν να προσομοιωθούν. Η εκκίνηση μιας αναζήτησης πολιτικής από το μηδέν σημαίνει μεγάλες εξερευνησεις του χώρου δράσης, οι οποίες μπορεί να είναι πολύ χρονοβόρες και δαπανηρές σε μια πραγματική μηχανή, για να μην αναφέρουμε δυνητικά επικίνδυνες. Τα βιομηχανικά ρομπότ είναι πολύ εύκολο να προσομοιωθούν, μπορούν επίσης να

τρέξουν χωρίς να σπαταλούν κανένα υποπροϊόν και παρέχουν ένα μεγάλο εύρος δεδομένων. Η δημιουργία τροχιάς κίνησης είναι μια πιθανή περίπτωση. Αλλά το ίδιο θα μπορούσε να λεχθεί και για ένα πάρκο ανεμογεννητριών, όπου θα μπορούσε να μελετηθεί μια συγκεκριμένη στρατηγική για τη μείωση των αμοιβαίων διαταραχών μεταξύ παρακείμενων στροβίλων. Θα μπορούσαμε να ανακαλύψουμε έναν τρόπο να ευθυγραμμίσουμε τις ατομικές γωνίες κλίσης προκειμένου να μεγιστοποιήσουμε τη γενική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του πάρκου, αντί να μεγιστοποιήσουμε απλώς το περιθώριο του μεμονωμένου στροβίλου χωρίς να λάβουμε υπόψη τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα θα ήταν πολύ κερδοφόρο. Άλλα παραδείγματα θα μπορούσαν να είναι τα πολύπλοκα εργοστάσια, ο αυτοματισμός κτιρίων, η διαχείριση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, οι εφοδιαστικές αλυσίδες και οι αλυσίδες εφοδιασμού, όλες οι περιπτώσεις όπου το μέγεθος των μεταβλητών και οι αλληλοσυσχετισμοί τους καθιστούν την αναλυτική μοντελοποίηση απαγορευτική. Στην πραγματικότητα, η προσπάθεια να μάθετε μια νέα στρατηγική ελέγχου από το μηδέν δεν είναι απαραίτητως μια κακή ιδέα και για εκείνες τις εργασίες για τις οποίες έχουμε ήδη κάποιο είδος ελεγκτή εργασίας. Η προηγούμενη γνώση κατά τη διάρκεια μιας μαθησιακής διαδικασίας είναι συχνά ένα δίκικο σπαθί. Παρέχει ένα ισχυρό αρχικό λάκτισμα, αλλά όχι πάντα απαραίτητα προς τη σωστή κατεύθυνση. Και κάποτε έμαθε, ορισμένες συνήθειες είναι δύσκολο να ξεχαστούν. Έτσι, η εκμάθηση από το μηδέν, αν έρχεστε σε επιπλέον αρχικά έξοδα, θα μπορούσε να προσφέρει την ελευθερία να ανακαλύψετε εντελώς νέες στρατηγικές πολύ ανώτερες από τον αρχικό ελεγκτή. Υπάρχουν τρόποι να επιταχύνουμε τη μάθηση εάν αποφασίσουμε να κατεβούμε αυτή τη διαδρομή; Ναι, ένα ζευγάρι. Είτε χρησιμοποιείτε αλγόριθμους παραδοσιακής μάθησης ενίσχυσης ή στρατηγικές εξέλιξης, είτε μιλάτε με τις δύο, είναι χρήσιμες δύο προσεγγίσεις:

- ❖ Παράλληλη μάθηση.
- ❖ Ιεραρχική μάθηση.

Η πρώτη στρατηγική είναι προφανής. Διατηρούμε μια κεντρική πολιτική, την αναπτύσσουμε ταυτόχρονα σε πολλές ανεξάρτητες μηχανές και στη συνέχεια συλλέγουμε τα αποτελέσματα για να ενημερώσουμε αναλόγως την κεντρική πολιτική. Μοιραζόμαστε το φορτίο της εξερεύνησης διατηρώντας ταυτόχρονα τον μοναδικό μαθησιακό εγκεφάλου. Ο χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη μιας επιτυχημένης πολιτικής θα μειωθεί αναγκαστικά. Η δεύτερη στρατηγική είναι πιο λεπτή. Διαλύουμε το αρχικό πρόβλημα σε μια σειρά απλούστερων δευτερευόντων προβλημάτων. θέτουμε πολλούς στόχους-στόχους για την αύξηση της πολυπλοκότητας. συνεχίζουμε βήμα προς βήμα και αξιοποιούμε το επίτευγμα που είχε επιτευχθεί στο παρελθόν. Το αποτέλεσμα είναι πολύ μεγαλύτερη πιθανότητα να φτάσουμε στον τελικό στόχο. Φανταστείτε να προσπαθείτε να μάθετε να σταθεροποιείτε ένα ανεστραμμένο εκκρεμές: μπορούμε πρώτα να μάθουμε να ανεβαίνουμε και μόνο στη συνέχεια να επικεντρωθούμε στο πολύ πιο δύσκολο έργο της εξισορρόπησης. Από τεχνική άποψη, αυτό γίνεται με το πάγωμα των

βαρών του δικτύου μετά την επίτευξη κάθε στόχου, και από εκεί χρησιμοποιήστε ένα νέο δίκτυο για να λύσετε το επόμενο βήμα. Στην πράξη, αυτή η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε προβλήματα που μπορούν να χωριστούν σε μικρότερα ατομικά καθήκοντα, αλλά αυτό είναι μέρος της τεχνικής τέχνης της επίλυσης προβλημάτων.

5.2.1.5 Συμπέρασμα

Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία, δείτε πώς η μηχανική μάθηση μπορεί να λειτουργήσει στα σύγχρονα εργοστάσια και να προσθέσει κάποια νοημοσύνη στις μηχανές μας:

- ❖ Όραμα: αναγνωρίζοντας και παρακολουθώντας γρήγορα αντικείμενα κάτω από διάφορες συνθήκες χωρίς πολύπλοκες και ειδικές διαδικασίες ρύθμισης.
- ❖ Συντήρηση: με την εκμάθηση της συμπεριφοράς των μεταβλητών μηχανής κανονικά, την πρόβλεψη της μελλοντικής τους κατάστασης και την προειδοποίηση για τυχόν βλάβες προτού αποφευχθούν ζημιές.
- ❖ Βελτιστοποίηση: βελτιώνοντας τις υπάρχουσες παραμέτρους ελέγχου και μεγιστοποιώντας το αποτέλεσμα, την αποδοτικότητα ή την παραγωγικότητα μιας μηχανής.
- ❖ Έλεγχος: Ανακαλύπτοντας ολόκληρες νέες στρατηγικές ελέγχου για διαδικασίες που επί του παρόντος δεν μπορούμε να κατακτήσουμε.

Τα στοιχεία παρατίθενται με αυξανόμενη πολυπλοκότητα και αυξανόμενο μέγεθος απαιτήσεων του συνόλου δεδομένων. Επίσης, ενώ τα συστήματα όρασης είναι έτοιμα να εγκατασταθούν και η προβλεπτική συντήρηση δεν απέχει πολύ από το σημείο αυτό, η εφαρμογή της μάθησης οπλισμού για τη βελτιστοποίηση των ελεγκτών και για την αναζήτηση στρατηγικής ελέγχου απέχει ακόμα λίγο από την είσοδο στο κοινό βιομηχανικό περιβάλλον. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για τη δύναμη της τεχνικής μηχανικής και να βελτιώσει την αποδοτικότητα ολόκληρου του κόσμου κατασκευής.

5.2.2 Αποτελέσματα της εκμάθησης μηχανών για εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού

Όσον αφορά την εκμάθηση μηχανών για εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού. Εξετάζουμε τις εταιρείες που χρησιμοποιούν μηχανική μάθηση στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις αυτοματισμού και παραγωγής και ποια αποτελέσματα παράγει για τις επιχειρήσεις αυτές. Στον πυρήνα του, η μηχανική μάθηση μελετά την κατασκευή αλγορίθμων και μαθαίνει από αυτά να κάνουν προβλέψεις στα δεδομένα με την κατασκευή μοντέλων από δείγματα εισόδου. Εάν την καταργήσουμε περαιτέρω, η μηχανική μάθηση δανείζεται σε μεγάλο βαθμό από υπολογιστικές στατιστικές (μοντελοποίηση πρόβλεψης με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών) και μαθηματική βελτιστοποίηση, η οποία παρέχει μεθόδους, θεωρία και δεδομένα εφαρμογής σε αυτά τα μοντέλα. Στην ουσία, δημιουργεί τα δικά του μοντέλα δεδομένων βασισμένα σε αλγόριθμους και στη συνέχεια τα χρησιμοποιεί για να προβλέψει καθορισμένα πρότυπα μέσα σε ένα φάσμα συνόλων δεδομένων.

Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να χωριστούν σε πέντε τύπους: εποπτευόμενοι, μη εποπτευόμενοι, ημι-εποπτευόμενοι, ενεργοί και ενισχυτικοί, οι οποίοι λειτουργούν ακριβώς όπως ακούγονται. Οι εποπτευόμενοι αλγόριθμοι προγραμματίζονται και εφαρμόζονται από τον άνθρωπο για την παροχή εισόδου και εξόδου, καθώς και για την παροχή ανατροφοδότησης σχετικά με την προβλεπτική ακρίβεια κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Η μηχανοκίνητη εκμάθηση θα χρησιμοποιήσει έπειτα όσα έχει μάθει και θα την εφαρμόσει στα εισαγόμενα σύνολα δεδομένων. Η μη επιτηρούμενη δεν απαιτεί εκπαίδευση και στηρίζεται σε "βαθιά εκμάθηση" για την ανάλυση δεδομένων που χρησιμοποιεί για την πρόβλεψη συνόλων δεδομένων. Η ημι-εποπτεύεται διαθέτει ελλιπή αλγόριθμους ή σύνολα εκπαίδευσης και μαθαίνει συμπληρώνοντας τα στοιχεία που λείπουν. Η ενίσχυση της μάθησης παρέχει ανατροφοδότηση στο πρόγραμμα, καθώς ολοκληρώνει τις ενέργειες σε ένα δυναμικό περιβάλλον και εξάγει τα σύνολα προγνωστικών δεδομένων, μαθαίνοντας από τις εν λόγω ενέργειες. Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός αλγοριθμικών προσεγγίσεων στη μηχανική μάθηση και ο αριθμός αυτός συνεχίζει να αυξάνεται. Ενώ γράφονται τόμοι πληροφοριών για το καθένα, δημιουργήθηκαν όλοι για συγκεκριμένες εφαρμογές. Για παράδειγμα, η μάθηση οπλισμού μπορεί να βρεθεί σε αυτο-οδήγηση οχημάτων και αντιπάλων ηλεκτρονικών υπολογιστών σε βιντεοπαιχνίδια, ενώ η εκμάθηση αποφάσεων δέντρων χρησιμοποιείται ευρέως για την εξόρυξη μεγάλων δεδομένων. Αυτό που λέγεται είναι ότι η μηχανική μάθηση έχει έναν εκπληκτικό αριθμό εφαρμογών που ξεπερνούν τα αυτο-οδήγησης οχημάτων και βιντεοπαιχνιδιών, συμπεριλαμβανομένου του ιατρικού κλάδου (βοηθάει τους γιατρούς να κάνουν πιο ενημερωμένη διάγνωση), τον χρηματοπιστωτικό κλάδο (διαχείριση χαρτοφυλακίου, κ.λπ.) και την λιανική / εξυπηρέτηση πελατών (εντοπίζοντας τις συμπεριφορές των πελατών για διαφημίσεις). Ενώ αυτά τα παραδείγματα είναι ίσως πιο γνωστά για όσους έχουν λίγη γνώση της μηχανικής μάθησης, μπορεί να είναι περίεργο να δούμε ότι αυτοί οι αλγόριθμοι βρίσκουν το δρόμο τους στη μεταποιητική βιομηχανία, προσφέροντας τα πάντα, από την αύξηση της παραγωγικής ικανότητας έως την αποδοτικότερη λειτουργία των εγκαταστάσεων. Προληπτική συντήρηση / επισκευή, παρακολούθηση της κατάστασης (αποδοτικότητα μηχανής) και βελτιστοποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού μπορούν να πραγματοποιηθούν με ενσωματωμένους αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Οι κατασκευαστές αρχίζουν επίσης να ενσωματώνουν προγράμματα στις διαδικασίες αυτοματοποίησης τους και η ενσωμάτωση άλλων προηγμένων τεχνολογιών βοηθά τους κατασκευαστές να κερδίσουν έδαφος στην επανάσταση του κλάδου του 21ου αιώνα. Εάν οι κατασκευαστές επιθυμούν να παραμείνουν ανταγωνιστικοί, θα πρέπει τελικά (αν δεν το έχουν ήδη) ενσωματώσει αυτές τις νέες τεχνολογίες στην υποδομή τους ή εκσυγχρονίσουν τα κληροδοτημένα συστήματά τους, βασικό στοιχείο των οποίων είναι η βιομηχανική αυτοματοποίηση. Με την αύξηση των συντηρητικών των καταναλωτών στις δικές τους προοπτικές (ποιότητα και προσαρμογή), η δυνατότητα αλλαγής των συστημάτων παραγωγής σε σύντομο χρονικό διάστημα είναι ζωτικής σημασίας και η προηγμένη τεχνολογία υλικού και λογισμικού παρέχει αυτή την πορεία χωρίς την ανάγκη ανακατασκευής ή επαναπρογραμματισμού σε όλο το σύστημα. Η μηχανική μάθηση σε αυτόν τον τομέα και όλες οι πτυχές του βιομηχανικού αυτοματισμού μπορεί να είναι επωφελής - μπορεί να παρακολουθεί και να βοηθά στη συντήρηση των μηχανημάτων παραγωγής, να επαναπρογραμματίζει βιομηχανικούς υπολογιστές (κατανεμημένη νοημοσύνη) για νέα παραγωγή

προϊόντων και να βελτιστοποιεί την αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού .

5.3 Ο ρόλος της αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών στο έξυπνο εργοστάσιο

5.3.1 Εισαγωγή

Ο κλάδος των βιομηχανικών αναλύσεων γίνεται πιο διαδεδομένος, οι ιδιοκτήτες εργοστασίων αρχίζουν να αξιολογούν τον τρόπο με τον οποίο η αυτοματοποιημένη εκμάθηση μηχανών εντάσσεται στον έξυπνο πλάνο τους. Αυτή η ενότητα εξηγεί τρία επίπεδα αυτοματοποιημένης (μη εποπτευόμενης) μηχανής μάθησης και τον τρόπο εφαρμογής τους για τη συντήρηση μηχανημάτων.

5.3.1.2 Τρία επίπεδα αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών

Το βασικό στρώμα της αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών είναι ανίχνευση ανωμαλιών χωρίς έλεγχο. Ένας προηγμένος αλγόριθμος προσεγγίζει τη βάση δεδομένων ιστορικού ενός εργοστασίου και κατασκευάζει ένα μοντέλο υπολογιστή για την εκτιμώμενη συμπεριφορά της μηχανής με βάση διάφορες στατιστικές και υπολογιστικές μεθόδους. Ονομάζεται μη επιτηρούμενος επειδή δεν υπάρχει ανάγκη για ετικέτες δεδομένων που να διδάσκουν την αναμενόμενη συμπεριφορά του αλγορίθμου (εποπτικό σήμα). Αντί αυτού, ο αλγόριθμος μαθαίνει την κανονική συμπεριφορά του αισθητήρα. Με βάση αυτή την κατανόηση, το μοντέλο μπορεί να ανιχνεύσει μη φυσιολογικές συμπεριφορές. Ο αλγόριθμος είναι επίσης σε θέση να προσεγγίσει μια βασική γραμμή για τον αριθμό των αναμενόμενων ανωμαλιών για μια δεδομένη περίοδο. Με αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιούνται οι ψευδώς θετικές ειδοποιήσεις. Όταν ανιχνεύονται αποκλίσεις από την αναμενόμενη συμπεριφορά, οι ειδοποιήσεις ενεργοποιούνται ως πιθανή ενεργοποίηση της έγκαιρης προειδοποίησης για την καταστροφή μηχανής. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της αυτοματοποιημένης μηχανικής μάθησης είναι ότι δεν απαιτεί ανθρώπινη παρέμβαση. Ο αλγόριθμος προσεγγίζει και αναλύει τεράστια ποσά δεδομένων που κανένας άνθρωπος δεν μπορούσε να επεξεργαστεί. Με τις τεχνολογίες αυτές, η μηχανική μάθηση μπορεί να κλιμακωθεί. Για παράδειγμα όλα τα στοιχεία αισθητήρων ενός εργοστασίου μπορούν να αναλυθούν ταυτόχρονα σε πραγματικό χρόνο. Οι λύσεις βαριάς εκμάθησης που απαιτούν (σχεδόν) ανθρώπινη εισροή δεν μπορούν επίσης να μειώσουν τα γενικά έξοδα προσωπικού συντήρησης και να μεταφέρουν τους πόρους της εγκατάστασης σε άλλα κρίσιμα καθήκοντα. Δεν είναι όλα τα ανώμαλα δεδομένα αισθητήρων απαραίτητα ενδεικτικά για υποβάθμιση ή επερχόμενη αποτυχία. Για παράδειγμα, είναι πιθανό ότι αντί για ένα χρονόμετρο που δείχνει δεδομένα αισθητήρα, ο ίδιος ο αισθητήρας στέλνει ελαττωματικά δεδομένα. Για το λόγο αυτό, απαιτούνται προηγμένοι αλγόριθμοι που βασίζονται σε πολύπλοκα μοντέλα δεδομένων. Το επόμενο επίπεδο της αυτόνομης εκμάθησης μηχανών είναι η αναγνώριση προτύπων συσχέτισης. Ο αλγόριθμος όχι μόνο αναζητά μη φυσιολογικά πρότυπα δεδομένων, αλλά αναζητά συσχετισμούς μεταξύ μη

φυσιολογικών μοτίβων. Με τη μηχανική μάθηση, ο αλγόριθμος λαμβάνει μια ευρεία άποψη αναλύοντας όλα τα ανώμαλα δεδομένα και στη συνέχεια βρίσκοντας κρυμμένα μοτίβα μεταξύ των διαφορετικών μοτίβων. Με αυτόν τον τρόπο, ο αλγόριθμος κάνει ένα βαθύτερο επίπεδο ανάλυσης, με στόχο τη δημιουργία πιο γενικών, ισχυρών και αξιόπιστων μοντέλων. Η τρίτη πτυχή της αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών είναι η ανάλυση αιτιών ρίζας με την οποία το "έξυπνη" βιομηχανία παίρνει μια ολιστική συμπεριφορική διάγνωση. Υπάρχουν πολλά κρυμμένα μοτίβα που μόνο η μηχανική μάθηση έχει την υπολογιστική ισχύ για να ταυτοποιήσει. Σε ένα τυπικό εργοστασιακό περιβάλλον, η αντιστοίχιση αιτίου / αποτελέσματος συνήθως αποδίδεται σε διαισθητικές συσχετίσεις με βάση την ανθρώπινη λογική. Στο σενάριο αυτόνομης εκμάθησης μηχανών, οι προηγμένοι αλγόριθμοι ανιχνεύουν αντίθετη-διαισθητική ανάλυση αιτιών αιτίου. Αναλύοντας ανώμαλα δεδομένα από όλους τους αισθητήρες σε μια εγκατάσταση παραγωγής, ο αλγόριθμος μπορεί να αναγνωρίσει την ακολουθία των μη φυσιολογικών συμβάντων και να εντοπίσει τη βασική αιτία της βλάβης του μηχανήματος. Το πιο σημαντικό, με την απομόνωση της αιτίας, το εργοστάσιο μπορεί επίσης να δώσει προτεραιότητα στην αντιμετώπιση προβλημάτων.

5.3.1.3 Ο ρόλος της αυτοματοποιημένης μάθησης μηχανών στο έξυπνο εργοστάσιο

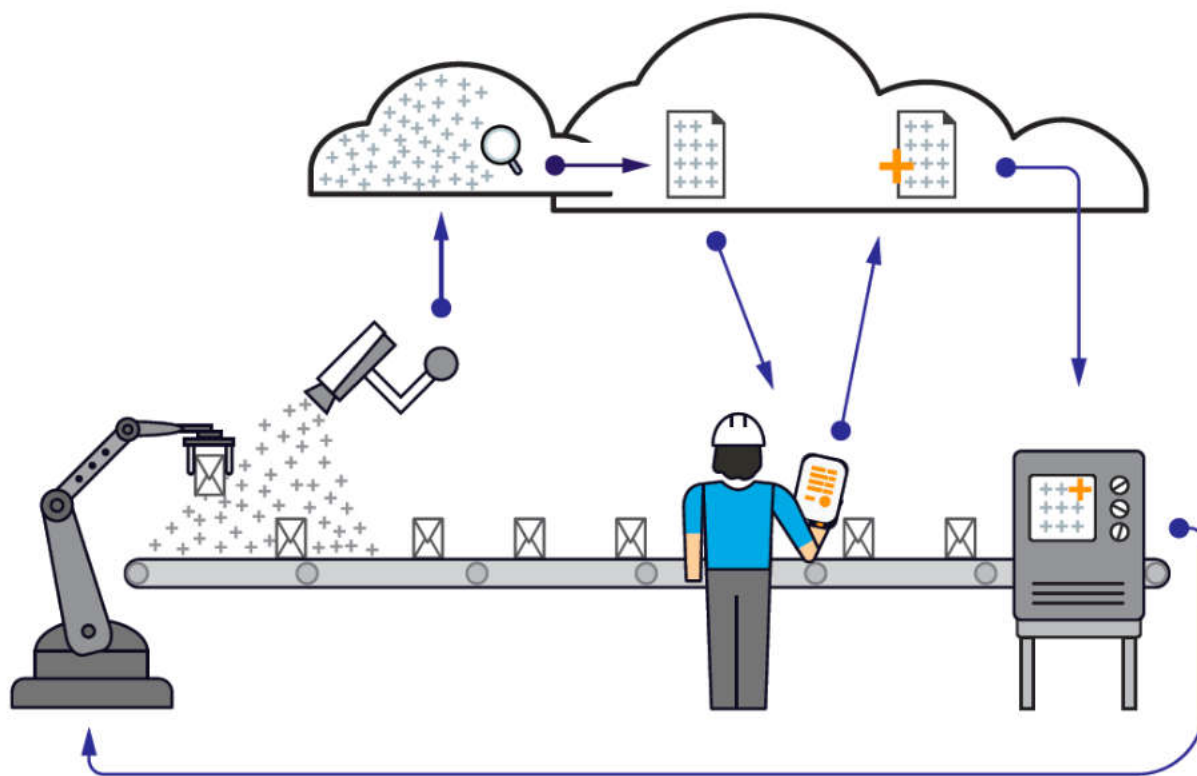
Η αυτοματοποιημένη μη εποπτευόμενη μηχανή μάθησης μπορεί να βοηθήσει τους ιδιοκτήτες εργοστασίων να επιταχύνουν τη μετάβασή τους στην έξυπνη κατασκευή. Με την Εποπτευόμενη Μηχανική Μάθηση, ο αλγόριθμος πρέπει να "μαθαίνει" το περιουσιακό στοιχείο. Για ορισμένες λύσεις απαιτείται ένα ακριβές εικονικό αντίγραφο, ώστε ο αλγόριθμος να μπορεί να μάθει τις ακριβείς προδιαγραφές του μηχανήματος. Ο μόνος τρόπος για να προσδιορίσουμε αν μια ακίδα πίεσης ή ταχύτητας έχει νόημα είναι ο αλγόριθμος να κατανοεί πλήρως τη μηχανή.

Δυστυχώς, αυτή η γνώση έρχεται με μια απότομη τιμή τόσο από την άποψη της τεχνολογίας όσο και των πόρων. Με την αυτοματοποιημένη μη επιτηρούμενη μηχανική μάθηση, ο αλγόριθμος δεν χρειάζεται να "μαθαίνει" τις περιπλοκές του μηχανήματος επειδή είναι εκπαιδευμένος για να ανιχνεύσει αποκλίσεις σε πραγματικό χρόνο από την κανονική συμπεριφορά δεδομένων. Ψάχνει για πρότυπα που συνήθως θα αγνοηθούν στο παραδοσιακό μοντέλο εποπτείας. Στο θέμα των Βιομηχανικών Αναλύσεων και της "έξυπνης" βιομηχανίας, στην περίπτωση μη εποπτευόμενης εκμάθησης μηχανών, ο αλγόριθμος είναι αγνωστικός ως προς τον αισθητήρα και την κλάση ή ηλικία του περιουσιακού στοιχείου. Ο αλγόριθμος ανιχνεύει απλώς ανωμαλίες στη συμπεριφορά δεδομένων αισθητήρων για να παρέχει προειδοποίηση για επικείμενη υποβάθμιση ή βλάβη μηχανής. Εάν αυτό ακούγεται πολύ καλό για να είναι αλήθεια, αυτό συμβαίνει επειδή μέχρι πρόσφατα οι επιστήμονες δεν επικεντρώθηκαν στην εφαρμογή των τελευταίων εξελίξεων στη μηχανική μάθηση στον βιομηχανικό τομέα. Μια

βιομηχανική μονάδα μπορεί να αποκτήσει μια πραγματική εικόνα της απόδοσης όλων των εργοστασιακών της περιουσιακών στοιχείων.

5.4 Μηχανισμοί μηχανικής μάθησης αυτόνομων βιομηχανικών συστημάτων

Οι εξελίξεις των ημιαγωγών κάνουν τα εργοστάσια πιο έξυπνα, ασφαλέστερα και αποτελεσματικότερα. Τι θα μπορούσε να είναι καλύτερο από την ύπαρξη αυτοματοποιημένων συστημάτων που μαθαίνουν από τους λάθη τους και βελτιώνονται συνεχώς. Η παραγωγικότητα, η αξιοπιστία και η αποδοτικότητα θα φτάσουν σε προηγούμενως ανεπανάληπτα ύψη, οδηγώντας σε υψηλότερα κέρδη και ανάπτυξη. Μηχανές που μαθαίνουν να βελτιώνουν τις δικές τους οι επιδόσεις γίνονται η βάση των προηγμένων κατασκευής, χάρη στον πρωτοποριακό ημιαγωγό την τεχνολογία και την τεχνητή νοημοσύνη που βασίζεται στο Διαδίκτυο. Σήμερα οι βιομηχανικοί αισθητήρες αυξάνουν τις διαθέσιμες πληροφορίες στο επόμενο επίπεδο επικοινωνώντας ένα μανιτάρι όγκου δεδομένων στο Διαδίκτυο σύννεφο, όπου συλλέγεται για να αναλυθεί χρησιμοποιώντας τεχνικές. Με βάση τα ευρήματα, οι οδηγίες μπορούν να επιστραφούν πίσω σε αυτοματοποιημένα εργαλεία όπως ρομπότ και συστήματα ελέγχου της διαδικασίας για τη σταθερή βελτίωση τους λειτουργία. Αυτή η μηχανική μάθηση σε ολόκληρο το εργοστάσιο εξαρτάται από μαζική αποθήκευση δεδομένων και υπολογισμός στο πλαίσιο του σύννεφο. Απαιτεί επίσης κατανεμημένη νοημοσύνη και ενσύρματες και ασύρματες επικοινωνίες σε πολλές αισθητήρες και αυτοματοποιημένα συστήματα στο πάτωμα του εργοστασίου και στα κέντρα ελέγχου επί τόπου. Τα εργοστασιακά κέντρα ελέγχου είναι ο εγκέφαλος της επιχείρησης, οι αισθητήρες είναι τα μάτια και τα αυτιά, και τα ρομπότ και άλλα αυτοματοποιημένα συστήματα είναι τα χέρια και τα πόδια. Με ανατροφοδότηση από τα μάτια και τα αυτιά, και έξυπνη η γνώση από τους εγκεφάλους, τα χέρια και τα πόδια μπορεί να είναι εκπαιδευμένο να εκτελεί πιο σύνθετες λειτουργίες με μεγαλύτερη ακρίβεια και να ανταποκριθεί κατάλληλα σε διαφορετικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα είναι υψηλότερης ποιότητας, μεγαλύτερη παραγωγικότητα, βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση και μεγαλύτερη ασφάλεια για την ανθρώπινους εργάτες που εκπαιδεύουν, συντηρούν και συνεργάζονται με τα μηχανήματα στη διαδικασία παραγωγής. Η μηχανική μάθηση είναι ένα σημαντικό συστατικό του σύγχρονο αυτοματισμό εργοστασίων με βάση έναν ιστό της κατανεμημένης αντίχρευσης, των επικοινωνιών και του ελέγχου νοημοσύνη. Η σημερινή πρόοδος στη μεταποίηση είναι έτσι ώστε να έχει χαρακτηριστεί ως Βιομηχανία 4.0 (ακολουθώντας τις προηγούμενες μεγάλες προόδους του ατμού δύναμη, γραμμική συναρμολόγησης και έγκαιρη αυτοματοποίηση). Καινοτομία σε ορισμένους τομείς, παρέχει τη δυναμική για τη Βιομηχανία 4.0 και τις επιτυχίες της στην παραγωγικότητα, αποτελεσματικότητα, ακρίβεια, ευελιξία και ασφάλεια.

**Σύλληψη**

Το βίντεο και τα δεδομένα αισθητήρων αναλύονται για να ανακαλύψουν, αν πληρούν τις προϋποθέσεις και να οργανώσουν σχετικές πληροφορίες

Εξερεύνηση

Οι πληροφορίες που βασίζονται σε γεγονότα παρουσιάζονται στους εργαζόμενους στο εργοστάσιο για αποφάσεις που βασίζονται σε δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας

Δράση

Τα αναλυτικά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο είναι ενημερωμένα για να βελτιώσουν τον έλεγχο της διαδικασίας και την παρακολούθηση της ποιότητας στο εργοστάσιο

Εικόνα 6: Απεικονίζεται η παρακολούθηση του εξοπλισμού ή της διαδικασίας για την επιθεώρηση του προϊόντος κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, με σκοπό την μεγιστοποίηση της αποφυγής ελαττωμάτων με οικονομικά αποδοτικό και απλό τρόπο

5.4.1 Η σημασία της μηχανής μάθησης στη μεταποίηση

Παραδοσιακά, τα σύνθετα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή έχουν κατασκευαστεί για να εκτελέσουν επαναλαμβανόμενες εργασίες, με κάποια παραλλαγή σε απάντηση λόγω της ανατροφοδότησης από το σχεδιασμένο-στην ανίχνευση και έλεγχο νοημοσύνης. Με τον επαναπρογραμματισμό του συστήματος οι παράμετροι επιτρέπουν μεγαλύτερη διαφοροποίηση έτσι ώστε, για παράδειγμα, ένα ρομπότ να μπορεί να εκτελέσει ένα διαφορετικό σύνολο κινήσεις ή ένα σύστημα ελέγχου χημικών διαδικασιών να μπορεί να δημιουργήσει διαφορετικό τύπο παρτίδας. Το μηχάνημα είναι δοκιμασμένο και βαθμονομημένο χρησιμοποιώντας μετρήσεις από τις οποίες ελήφθησαν δείγματα της διαδικασίας. Στην ιδανική περίπτωση, το εργαλείο λειτουργεί σύμφωνα με τον προορισμό και η διαδικασία δεν αποτυγχάνει ποτέ. Αλλά από την κατασκευή, οι συνθήκες είναι σπάνια ιδανικές. Τα υλικά ποικίλλουν από παρτίδα σε παρτίδα και ο λόγος είναι οι συνθήκες περιβάλλοντος όπως αλλαγή θερμοκρασίας, σκόνη και βρωμιά. Μέσα στο ίδιο το μηχάνημα, τα εξαρτήματα θερμαίνονται. Ως αποτέλεσμα, αρχίζουν οι

έξοδοι να διαφοροποιηθούν περισσότερο, με εφέ κυματισμού μεταγενέστερα στάδια της παραγωγής. Αναπόφευκτα έρχονται απορριφθείσες μονάδες, διαλυμένα υλικά, χάσιμο χρόνου παραγωγής, καθυστερημένη συντήρηση που οδηγεί σε σπατάλη χρόνου και ενέργειας, με συνέπεια χαμένων κερδών. Νέες εξελίξεις στα αυτοματοποιημένα συστήματα καθιστούν τώρα δυνατό για τα μηχανήματα να γνωρίζουν τις μεταβαλλόμενες συνθήκες, ελαχιστοποιώντας έτσι αυτές τις προκλήσεις και τη μείωση των αποβλήτων. Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τη συλλογή τεράστιων ποσοτικών δεδομένων. Εκρηκτική αύξηση του αριθμού των συνδεδεμένων αισθητήρων που παρέχουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων στο σύννεφο σχετικά με τη θερμοκρασία, την πίεση, την εγγύτητα, τον προσανατολισμό, τις αποστάσεις, τη χημική σύνθεση και πολλούς άλλους παράγοντες που επηρεάζουν τις κατασκευαστικές διαδικασίες. Οι κάμερες συχνά συμπληρώνουν αισθητήρες αναγνωρίζοντας τα πρότυπα και την αντίληψη της κίνησης. Χρησιμοποιούνται από κοινού, αισθητήρες και κάμερες μπορούν να παρέχουν μια εξαιρετικά ακριβή έκθεση σχετικά με την παραγωγική διαδικασία σε ένα πολύπλοκο, μεταβαλλόμενο περιβάλλον, σε ένα τρόπο συγκρίσιμο με την αναπτυσσόμενη χρήση τους. Οι τεράστιες ποσότητες πληροφοριών που παρέχονται σε απομακρυσμένα κέντρα δεδομένων χρησιμεύουν ως πρώτες ύλες δεδομένων εξόρυξη, νευρωνικά δίκτυα και άλλες τεχνικές που για τη βελτίωση της λειτουργίας αυτοματοποιημένων συστημάτων. Ενώ ο καθορισμός παραμέτρων για τα εργαλεία έχει συνήθως βασιστεί στη δειγματοληψία από βαθμολογίες των μετρήσεων. Χημικά συστήματα ελέγχου θα βελτιστοποιούν τις συνταγές καθώς προσαρμόζονται στις λεπτές διαφορές σε παρτίδες εφοδιασμού. Κινητήρες που δουλεύουν παράλληλα λειτουργούν πιο αποτελεσματικά καθώς αλλάζουν τα φορτία τους. Όλα τα συστήματα θα ανταποκρίνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια στις αλλαγές στο περιβάλλοντος και θα παρακολουθεί το περιβάλλον και οι ίδιοι πιο αποτελεσματικά για την πρόβλεψη τη συντήρηση και την ασφάλεια. Ως όλο και πιο πολύπλοκες μηχανικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες παρασκευής οι διαδικασίες αυτές θα είναι απαραίτητες για συνεχή βελτίωση.



Εικόνα 7: Μια αυτό-ελεγχόμενη μηχανή λειτουργεί με βάση τη σοφία που αποστάζεται από χαμηλότερα επίπεδα που προκύπτουν τελικά από τεράστιες ποσότητες δεδομένων.

5.4.2 Τεχνολογία για μηχανές που μαθαίνουν

Ένα πλήρες φάσμα τεχνολογίας που απαιτείται για την αυτοματοποίηση συστήματα συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη της βιομηχανίας 4.0 και της μηχανικής μάθηση. Αυτές οι τεχνολογίες είναι η ανίχνευση, η προετοιμασία σήματος, ο έλεγχος και η επεξεργασία σήματος, οι επικοινωνίες και η διαχείριση ενέργειας. Τα βιομηχανικά προϊόντα είναι κατάλληλα για σκληρή χρήση περιβάλλοντος. Τα σε βάθος συστήματα της τεχνογνωσία και προηγμένες τεχνολογίες επεξεργασίας επιτρέπουν την τεχνολογική καινοτομία που επιδεικνύουν οι ανάγκες της βιομηχανίας τώρα και στο μέλλον. Οι βασικές τεχνολογίες που επιτρέπουν αυτόνομα συστήματα στο εργοστάσιο περιλαμβάνουν:

- ❖ Αισθητήρες και κλιματισμός σήματος. Εντοπίζουν ένα ευρύ φάσμα συνθηκών, συμπεριλαμβανομένου του φωτός, της θερμοκρασίας, της πίεσης, της εγγύτητας, κίνηση, ρεύμα, τάση, στάθμες υγρών, αέριο τις συγκεντρώσεις, τη ροή του υγρού και την παρουσία του διάφορες χημικές ουσίες.
- ❖ Έλεγχος και επεξεργασία σήματος.
- ❖ Βίντεο.
- ❖ Ασφαλείς επικοινωνίες.
- ❖ Διαχείριση ισχύος.



Εικόνα 8: Απεικονίζει πώς μηχανές όπως τα αυτοματοποιημένα συστήματα παραγωγής μπορούν να βελτιώσουν την απόδοσή τους και να μάθουν νέα καθήκοντα από μόνα τους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Παραδείγματα σύγχρονων βιομηχανιών που χρησιμοποιούν εφαρμογές μηχανικής μάθησης

6.1 Εισαγωγή

Ενώ υπάρχουν πολλοί κατασκευαστές που ενσωματώνουν μηχανική μάθηση στις πλατφόρμες παραγωγής τους, υπάρχουν σήμερα επιχειρήσεις που οδηγούν το δρόμο σε αυτόν τον τομέα με τους διάφορους τρόπους με τους οποίους χρησιμοποιούν την τεχνολογία. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα εξετάσουμε πώς αυτές οι εταιρείες χρησιμοποιούν τη μηχανική μάθηση στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις αυτοματοποίησης και παραγωγής και ποια αποτελέσματα παράγει για τις επιχειρήσεις αυτές.

6.2 Mindsphere: Από το σχεδιασμό παραγωγής μέχρι τη συντήρηση

Η Siemens χρησιμοποιεί νευρωνικά δίκτυα για την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων της στον τομέα των χαλυβουργιών και τη βελτίωση της απόδοσης της δεκαετίας του 1990 και σήμερα απασχολεί περίπου 200 εργαζομένους για να προωθήσει τη μηχανική μάθηση τα επόμενα χρόνια. Μια από τις πιο συναρπαστικές τεχνολογίες της εταιρείας που χρησιμοποιεί για αυτοματοποίηση και άλλα συστήματα είναι το λειτουργικό σύστημα MindSphere, το οποίο επιτρέπει την παρακολούθηση, καταγραφή και ανάλυση σχεδόν κάθε πτυχής της κατασκευής, από το σχεδιασμό της παραγωγής έως τη συντήρηση. Το βιομηχανικό μας λειτουργικό σύστημα MindSphere επωφελείται επίσης από τις έξυπνες αναλύσεις δεδομένων - όσον αφορά την προβλεπτική συντήρηση, για παράδειγμα, καθώς και από την ικανότητά του να βελτιστοποιεί τη λειτουργία των συστημάτων και των εγκαταστάσεων. Η ικανότητα του λογισμικού να αναλύει δεδομένα λειτουργίας και μετρήσεις αισθητήρων, του επιτρέπει να εντοπίζει ανωμαλίες σε εγκαταστάσεις και συστήματα αυτοματισμού. Η Siemens μπορεί να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα σε παλαιότερα συστήματα προσαρτώντας τους αισθητήρες και τους κόμβους επικοινωνίας σε παλαιότερους κινητήρες και συστήματα μετάδοσης για να παρέχει δεδομένα στο MindSphere, το οποίο μπορεί να αναλύσει τις πληροφορίες και να συνάγει συμπεράσματα σχετικά με τη βέλτιστη απόδοση τους, καθιστώντας δυνατή την προβλεπτική συντήρηση. Το λειτουργικό σύστημα είναι τόσο επιτυχές που η εταιρεία το χρησιμοποιεί για άλλες βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών δικτύων (ταξινόμηση και εντοπισμός αναταραχών), των σιδηροδρομικών αμαξοστοιχιών (προγνωστική συντήρηση που χρησιμοποιεί τα δεδομένα κίνησης του οχήματος) και των αεροδρόμιων (βελτιστοποίηση της θέσης του ανεμοστρόβιλου βάσει δεδομένων καιρού). Η Siemens ελπίζει να ενσωματώσει το σύστημα MindSphere στο εγγύς μέλλον για ένα νέο προϊόν γνωστό ως ClickToMake - μια πλατφόρμα

παραγωγής ως υπηρεσία ή ένα είδος ορατότητας point-and-click ενός εργοστασίου αυτοδιαμόρφωσης.



Εικόνα 9: Το λειτουργικό σύστημα MindSphere

6.2.2 Η Siemens αγοράζει εργαλεία μάθησης μηχανών που βελτιώνουν τις μάρκες

Η Siemens, για να συμπληρώσει την εξαγορά της Mentor Graphics, δήλωσε ότι είχε αποκτήσει Solido Design Automation, τα εργαλεία λογισμικού της οποίας χρησιμοποιούν την εκμάθηση μηχανών για να σμιξουν τις ακατέργαστες ακμές από σύνθετα σχέδια chip, βελτιστοποιώντας την κατανάλωση ενέργειας και επαληθεύοντας ότι τα chips είναι έτοιμα για παραγωγή. Η απόκτηση είναι μεγαλύτερη απόδειξη ότι η Siemens θέλει να επεκταθεί σε εργαλεία λογισμικού για chip υπολογιστών και πλακέτες κυκλωμάτων που χρησιμοποιούνται σε όλα, από τον εξοπλισμό του εργοστασίου μέχρι τα αεροπλάνα σε αυτόνομα αυτοκίνητα. Πέρυσι, ο βιομηχανικός juggernaut δαπάνησε 4,5 δισεκατομμύρια δολάρια για την Mentor Graphics, έναν από τους τρεις σημαντικούς παίκτες στον τομέα της αυτοματοποίησης ηλεκτρονικού σχεδιασμού. Η Solido, η οποία αύξησε τα 10,2 εκατομμύρια δολάρια από την ίδρυσή της το 2005, θα αναδιπλωθεί στην επιχείρηση λογισμικού διαχείρισης κύκλου ζωής προϊόντος της Siemens. Η ομάδα του Plano, πουλάει λογισμικό για να βοηθήσει στη διαχείριση του κύκλου ζωής προϊόντων όπως ηλεκτρικά οχήματα και ανεμογεννήτριες, από το σχεδιασμό έως την παραγωγή έως τη διάθεση. Η τεχνολογία της Solido ταιριάζει με τα σχέδια του Chuck Grindstaff, εκτελεστικού προέδρου της μονάδας διαχείρισης κύκλου ζωής

προϊόντων. Η Siemens επιθυμεί σαφώς να συνδυάσει το λογισμικό της Solido με τα δικά της εργαλεία σχεδιασμού που υποστηρίζονται από υπολογιστή. Η Solido εκμεταλλεύεται την εκμάθηση μηχανών για να βεβαιωθεί ότι τα αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα εντός των μαρκών μπορούν να κατασκευαστούν χωρίς ελαττώματα, τα οποία καθίστανται ευκολότερα να χάσουν, καθώς τα κυκλώματα υπολογιστών που είναι χαραγμένα σε πλακίδια πυριτίου γίνονται όλο και μικρότερα. Περισσότερες από 40 εταιρείες, συμπεριλαμβανομένων των Nvidia και Broadcom, χρησιμοποιούν τα εργαλεία της Solido για επαλήθευση και χαρακτηρισμό. Η Saskatoon, η εταιρεία που εδρεύει στον Καναδά δεν προσπαθεί να αντικαταστήσει τους μηχανικούς με λογισμικό που σχεδιάζει τα chips από το μηδέν. Δεν είναι σαφές ότι οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης θα έχουν ποτέ περισσότερο από έναν υποστηρικτικό ρόλο, παίρνοντας κουραστικά καθήκοντα από τα χέρια των ανθρώπων και βοηθώντας τους μηχανικούς χωρίς δεκαετίες εμπειρίας.

6.3 Στο GE, εντοπίζοντας πιθανά προβλήματα

Η GE ακολούθησε το παράδειγμα, αναπτύσσοντας το δικό της λογισμικό λειτουργικού αυτοματισμού βιομηχανικής αυτοματοποίησης. Παρόμοια με τη MindSphere της Siemens, η Brilliant Manufacturing Suite της GE είναι ένα σύστημα παραγωγής ολόκληρου του συστήματος που παρακολουθεί και επεξεργάζεται τα πάντα στον κύκλο κατασκευής για να εντοπίσει πιθανά προβλήματα και αναποτελεσματικότητες προτού να επικρατήσουν. Σύμφωνα με την GE, η προϋπόθεση της σουίτας λογισμικού είναι να εντοπίζει πιθανά προβλήματα και να παρέχει πιθανές λύσεις. Το σύστημα τροφοδοτείται από την πλατφόρμα λογισμικού Predix της GE, η οποία είναι ένα πακέτο λογισμικού που συγκεντρώνει δεδομένα από αισθητήρες και παρακολουθεί το υλικό παραγωγής για πιθανά προβλήματα. Η εταιρεία έχει ήδη δαπανήσει περίπου 1 δισεκατομμύριο δολάρια για την ανάπτυξη της Brilliant Manufacturing Suite, ποσό 200 εκατομμυρίων δολαρίων για την κατασκευή του Brilliant Factory (το 2015) στην Ινδία, υποστηρίζοντας ότι βελτιώθηκε η αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού κατά 18%. Συνολικά, η GE δημιούργησε επτά εργοστάσια εξοπλισμένα με την Brilliant Manufacturing Suite, η οποία ενίσχυσε την αποδοτικότητα της παραγωγής σε όλους τους τομείς.



Εικόνα 10: Η λειτουργία του Brilliant Manufacturing Suite

6.4 Εκμάθηση μηχανών για ρομπότ

Ο κατασκευαστής KUKA είναι ένας από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές βιομηχανικών ρομπότ και εργοστασίων παραγωγής στον κόσμο και παρήγαγε το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ του το 1973. Από τότε, η εταιρεία ενδιαφέρθηκε για τη μηχανική μάθηση, κυρίως για τη συνεργασία ανθρωπο-ρομπότ στον τομέα της μεταποίησης, όπου η ασφάλεια είναι πρωταρχικής σημασίας. Ενώ ορισμένα βιομηχανικά ρομπότ βασίζονται σε αισθητήρες και προκαθορισμένες πιέσεις δύναμης για μέτρα ασφαλείας, η KUKA χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση για να επιτύχει τον ίδιο στόχο. Το κυρίαρχο βιομηχανικό ρομπότ της εταιρείας, για παράδειγμα, μαθαίνει από το περιβάλλον και την επανάληψη κίνησης μέσω προσομοιώσεων - τοποθετεί τον ρομποτικό βραχίονα σε ένα εικονικό περιβάλλον και θα σχεδιάζει αυτές τις θέσεις στον πραγματικό κόσμο χρησιμοποιώντας συντεταγμένες. Σύμφωνα με τον Project Manager Jakob Berghofer, "Το LBR iiwa είναι ευαίσθητο, συμβατό, ασφαλές, ακριβές και ευέλικτο και είναι εξοπλισμένο με μηχανικά συστήματα και τεχνολογία κίνησης για βιομηχανική λειτουργία. Αυτό καθιστά δυνατή την αυτοματοποίηση ευαίσθητων και σύνθετων εργασιών συναρμολόγησης στις οποίες η χρήση ρομπότ ήταν αδιανόητη." Όχι μόνο η KUKA απασχολεί αυτά τα ρομπότ στα εργοστάσια παραγωγής της, αλλά άλλοι έχουν επίσης καταλάβει και έχουν ενσωματώσει στη δική τους, συμπεριλαμβανομένης της BMW, η οποία πρόσφατα την προσέφερε στη γραμμή παραγωγής της μονάδας του Μονάχου, δουλεύοντας παράλληλα με τους

ανθρώπινους ομολόγους τους. Είναι μόνο θέμα χρόνου πριν οι άλλοι ακολουθήσουν το παράδειγμά τους και ενσωματώσουν ρομπότ μηχανικής μάθησης στα εργοστάσιά τους. Η ιαπωνική βιομηχανική ρομποτική εταιρεία Fanuc χρησιμοποιεί την εκμάθηση μηχανών για την εκτέλεση εργασιών κατασκευής με παρόμοιο τρόπο με την KUKA, αν και χρησιμοποιεί διαφορετική μέθοδο ή αλγόριθμο. Η εταιρεία συνεργάστηκε με εξέχοντες ιάπωνες κατασκευαστές προωθημένων δικτύων για την ανάπτυξη βιομηχανικών ρομπότ που μπορούν να μάθουν μόνοι τους με ελάχιστες εισροές. Με μεγαλύτερη ακρίβεια, μαθαίνουν χρησιμοποιώντας μια πλατφόρμα ενισχυτικής βαθιάς μάθησης για να εκπαιδεύσουν τον εαυτό τους στην πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα, δείχνετε στο ρομπότ ποια εργασία θα θέλατε να εκτελέσει και θα πάρει βίντεο από αυτή την εργασία και θα προσπαθήσει να το αντιγράψει μέσω επανάληψης μέχρι να επιτευχθεί η εργασία με μεγάλη ακρίβεια. Η επιτυχημένη ανάπτυξη των έξυπνων ρομπότ έχει άλλες εταιρείες που ενδιαφέρονται για τις προσπάθειες του Fanuc. Η εταιρεία robotics συνεργάστηκε με τη Cisco και την Rockwell Automation πέρυσι για την ανάπτυξη της πλατφόρμας συνεργασίας FIELD (Fanuc Intelligent Edge Link and Drive) για την έξυπνη κατασκευή αυτοματισμών. Στην ουσία, το FIELD φέρνει τις αναλύσεις δεδομένων σε έξυπνες ρομποτικές εφαρμογές για ένα νέο επίπεδο αποτελεσματικότητας μέσω της ανάλυσης πρόβλεψης. Λίγο αργότερα, ο κατασκευαστής GPU Nvidia έλαβε γνώση και πρόσφερε την τεχνολογία chip για να ενισχύσει την πλατφόρμα FIELD με μικρότερο χρόνο εκμάθησης για την κατασκευή ρομπότ. Η ιδέα είναι να πάρει ένα ρομπότ οκτώ ώρες για να μάθει συγκεκριμένα καθήκοντα, στη συνέχεια οκτώ ρομπότ θα μπορούσαν να το μάθουν σε μόλις μία ώρα. Ο Fanuc ελπίζει ότι οι τελευταίες εξελίξεις θα βοηθήσουν στην εξουσία των εργοστασίων του μέλλοντος.



Εικόνα 11: Ένα ρομπότ LBR από την εταιρία KUKA



Εικόνα 12: Προγραμματιστής ρομπότ KUKA



Εικόνα 13: KUKA Βιομηχανικά Ρομπότ IR

6.5 Τέσσερις Βιομηχανίες που μετασχηματίζονται από Μηχανική Μάθηση και Ρομποτική

6.5.1 Εισαγωγή

Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα μεγάλα δεδομένα και την εκμάθηση μηχανών η ρομποτική μπορεί να βελτιωθεί ενεργά στην πάροδο του χρόνου καθώς συλλέγει περισσότερες πληροφορίες. Δεν χρειάζεται να παρατηρήσετε πολύ για να καταλάβετε πώς αυτές οι τεχνολογίες έχουν ξεσηκώσει τον κόσμο και συνεχίζουν να το κάνουν. Η ρομποτική, η τεχνητή νοημοσύνη, η μηχανική μάθηση και οι μεγάλες πλατφόρμες δεδομένων πηγαίνουν δίπλα-δίπλα. Ειδικά στη σύγχρονη κοινωνία, είναι εξαιρετικά κοινό να βρίσκουμε αυτές τις τεχνολογίες να δουλεύουν μαζί. Η καθεμία από αυτές τις τεχνολογίες έχει βελτιωθεί και επαναστατεί στον κόσμο με μυριάδες τρόπους. Η ρομποτική, για παράδειγμα, άλλαξε πλήρως την παραγωγικότητα - ειδικά στην αγορά κατασκευής και συναρμολόγησης. Η μηχανική μάθηση συμβάλλει στα συστήματα αυτοματισμού, τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τους εργαζόμενους ανθρώπους. Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε σε τέσσερις βιομηχανίες που μετασχηματίζονται από μηχανική μάθηση και ρομποτική

6.5.2 Η Βιομηχανία Υγείας

Η βιομηχανία υγειονομικής περίθαλψης μετασχηματίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από αυτές τις τεχνολογίες, με την ευρεία χρήση του καθενός να γίνεται πιο διαδεδομένη. Οι γιατροί χρησιμοποιούν ρομποτική για να διενεργούν επεμβατικές χειρουργικές επεμβάσεις κάτω από πολύ πιο ασφαλείς και πιο αποτελεσματικές συνθήκες. Η μηχανική μάθηση βοηθάει τους γιατρούς να κάνουν πιο ενημερωμένες διαγνώσεις των ασθενών τους, χάρη σε μια πολύ μεγαλύτερη βάση δεδομένων. Τέλος, τα αυτοματοποιημένα συστήματα δεν έχουν δει την ίδια ανάπτυξη με τις άλλες τεχνολογίες, αλλά εξακολουθούν να γίνονται πιο βιώσιμες. Αυτό περιλαμβάνει υλικό και συστήματα σάρωσης για την εύρεση ασθενειών ή ανθυγιεινών ζωνών σώματος και ρομποτικής που χρησιμοποιείται για τη διεξαγωγή χειρουργικών επεμβάσεων. Ορισμένα από τα εργαλεία έχουν σχεδιαστεί για να πραγματοποιούν ακριβείς λειτουργίες χωρίς την ανάγκη ενός ανθρώπου πίσω από τα χειριστήρια επειδή είναι πιο ακριβείς. Οι χειρουργοί έχουν υιοθετήσει αργά τη νέα τεχνολογία που τροφοδοτεί την αυτοματοποίηση και τη ρομποτική, αλλά η αγορά αναπτύσσεται. Το FDA χορήγησε την έγκριση για μερικά νέα συστήματα τα τελευταία δύο χρόνια, γεγονός που δείχνει την εμφάνιση νέων τεχνολογιών.

6.5.3 Η βιομηχανία μεταποίησης

Η σύγχρονη και βιομηχανική παραγωγή ήταν ένας από τους πρώτους κλάδους που χρησιμοποίησαν ρομπότ και συστήματα αυτοματισμού, ξεκινώντας από τη δεκαετία του 1960. Είναι λογικό ότι η τεχνολογία έχει αυξηθεί σημαντικά από τότε. Όταν εμφανίστηκαν για πρώτη φορά, τα ρομπότ χρησιμοποιήθηκαν για την αυτοματοποίηση απλών, κουραστικών εργασιών που οι άνθρωποι θα βρίσκουν βαρετές ή ακόμα και επικίνδυνες. Πολλά συστήματα λειτουργούσαν παράλληλα με τους ανθρώπους και εξακολουθούσαν να χρειάζονται συνεχή εποπτεία για να εξασφαλίσουν ότι λειτουργούσαν αποτελεσματικά. Σήμερα, ωστόσο, η ρομποτική και τα αυτόματα συστήματα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή είναι συχνά πιο αποτελεσματικά από τη νέα ή ανειδίκευτη εργασία. Όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με πλατφόρμες μηχανικής μάθησης, η ρομποτική μπορεί να γίνει πολύ πιο προηγμένη, ακόμα και έξυπνη. Επίσης, μειώνουν σημαντικά το κόστος. Για κάθε 1.000 εργαζόμενους, ένα μόνο ρομπότ μπορεί να αντικαταστήσει τους μισθούς μεταξύ ενός τέταρτου και ενός τοις εκατό.

6.5.4 Η χρηματοπιστωτική βιομηχανία

Μπορεί να είναι περίεργο να φανταστούμε τις σύγχρονες τεχνολογίες που συγκρατούν τη χρηματοπιστωτική αγορά, ειδικά όταν πρόκειται για τις χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες και την εξυπηρέτηση των πελατών. Στο εγγύς μέλλον, η μηχανική μάθηση θα αρχίσει να παίρνει μια σημαντική θέση στη βιομηχανία, αλλά αντικαθιστώντας ανθρώπινο δυναμικό. Ένα τέτοιο σύστημα, για παράδειγμα, μπορεί να λάβει υπόψη πολύ περισσότερα δεδομένα κατά την παροχή οικονομικών συστάσεων. Μπορεί να αναλύσει τις δημοσιεύσεις των κοινωνικών μέσων, τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τα μηνύματα και το ιστορικό αγοράς, ώστε να προσφέρει εξατομικευμένη ανάλυση αισθήσεων σχετικά με τον τρόπο διαχείρισης των οικονομικών. Με την πάροδο του χρόνου, μπορεί επίσης να παρακολουθεί τις συνήθειες και τα οικονομικά σας και να σας βοηθήσει με πολύ πιο ακριβείς αποφάσεις. Το πιο σημαντικό, μπορεί να βοηθήσει πολλούς οικονομικούς επαγγελματίες να οικοδομήσουν ένα ισχυρό χαρτοφυλάκιο. Άλλοι τομείς ενδιαφέροντος περιλαμβάνουν ανίχνευση και ασφάλεια απάτης, αλγοριθμική διαπραγμάτευση, αναδοχή δανείων και ασφαλίσεων και πολλά άλλα.

6.5.5 Λιανική και Εξυπηρέτηση Πελατών

Η μηχανική μάθηση είναι περισσότερο υπεύθυνες για τις εξελίξεις στον τομέα λιανικής και καταναλωτών. Ειδικά στο μάρκετινγκ, μπορούν να βοηθήσει στην ανάλυση και την πρόβλεψη των συμπεριφορών των πελατών ώστε να εντοπίσουν βιώσιμες προσφορές, διαφημίσεις και ακόμη κανάλια προϊόντων. Φυσικά, η μηχανική μάθηση βρίσκονται πίσω από μία από τις μεγαλύτερες εξελίξεις στη

βιομηχανία, η οποία συμβαίνει να βλέπει τεράστια ανάπτυξη τώρα: chatbots. Chatbots είναι μια σύγχρονη μορφή επικοινωνίας που προσφέρει υποστήριξη 24/7 στους πελάτες. Μπορούν να επικοινωνήσουν μέσω πλατφορμών μηνυμάτων one-to-one και τα bots μπορούν να απαντήσουν σε ερωτήματα, να χειριστούν τα προσωπικά στοιχεία του λογαριασμού τους, να κάνουν συστάσεις και ακόμα να συνομιλήσουν σαν ένας πραγματικός άνθρωπος. Μερικά μεγάλα παραδείγματα chatbots ή πλατφόρμες περιλαμβάνουν το Siri της Apple και την Alexa του Amazon, αλλά και οι δύο αυτές πλατφόρμες έχουν σχεδιαστεί ειδικά για χρήση σε ένα σπίτι του καταναλωτή. Θα συναντήσετε chatbots υπηρεσιών πελατών σε έναν ιστότοπο λιανικής με διαθέσιμη υπηρεσία συνομιλίας. Η πιο προηγμένη τεχνολογία βρίσκεται στον ορίζοντα. Η εκμάθηση μηχανών, η σύγχρονη ρομποτική και τα συστήματα αυτοματισμού θα μετατρέψουν φαινομενικά κάθε βιομηχανία στο εγγύς μέλλον - από το λιανικό εμπόριο και την εξυπηρέτηση των πελατών στις δημόσιες συγκοινωνίες. Το μέλλον είναι ασφαλώς φωτεινό.

6.6 Συμπέρασμα

Αυτές οι εταιρείες οδηγούν το προβάδισμα στην ανάπτυξη της μηχανικής μάθησης στον βιομηχανικό αυτοματισμό και παρόλο που αυτές οι εξελίξεις είναι απλώς βήματα μωρών σε έναν πολύ μεγαλύτερο κόσμο, είναι σημαντικές και ζωγραφίζουν μια εικόνα του μέλλοντος όπου η βιομηχανία 4.0 είναι το πρότυπο στον τομέα της μεταποίησης. Η τεχνολογία εφαρμόζεται ήδη στα περισσότερα σύγχρονα εργοστάσια υπό κάποια μορφή ή άλλο, βοηθώντας τους κατασκευαστές να παραμείνουν ανταγωνιστικοί σε έναν συνεχώς μεταβαλλόμενο κόσμο με συνεχώς μεταβαλλόμενη τεχνολογία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Quinlan, J. R. (1993).C4.5 : Programs for Machine Learning. ΗΠΑ: Morgan Kaufmann.
- [2] Goldberg, D. (1989).Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning.Wokingham, ΗΠΑ: Addison-Wesley.
- [3] Mitchell, T.M. (1997). Machine Learning. Maidenhead, Η.Β.:McGraw-Hill International Editions.
- [4] Utgoff, P. E. (1989). Incremental Induction of Decision Trees. Machine Learning, 4, 161-186.
- [5] Harnad, Stevan (2008), "The Annotation Game: On Turing (1950) on Computing, Machinery, and Intelligence", in Epstein, Robert; Peters, Grace, The Turing Test Sourcebook: Philosophical and Methodological Issues in the Quest for the Thinking Computer, Kluwer.
- [6] E.S. Karapidakis, Machine learning for frequency estimation of power systems
- [7] DIETTERICH T. (1990): Machine Learning, Annual Review of Computer Science 4, 255-306
- [7] ΒΛΑΧΑΒΑΣ Ι, ΚΕΦΑΛΑΣ Π., ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ Ν.,ΚΟΚΚΟΡΑΣ Φ. και ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Η.: Μηχανική Μάθηση (Machine Learning), Τεχνητή Νοημοσύνη –Γ Έκδοση.
- [8] AHA D.W., KIBLER D. and ALBERT M.K.: Instance-based learning algorithms, Machine Learning 6, 37-66
- [9] BATISTA G.E.A.P.A., PRATI R.C. and MONARD M.C. (2004): A Study of the Behavior of Several Methods for Balancing Machine Learning Training Data, ACM SIGKDD Explorations Newsletter 6 (1), 20-29.
- [10] BERGER J.O. (1985): Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis, Springer Verlag, Berlin
- [11] BREIMAN L.: Bagging predictors, Machine Learning 24, 123-140, 1996
- [12] BRISCOE G. and CAELLI T. (1996): A Compendium of Machine Learning, Volume 1: Symbolic Machine Learning, Ablex, Norwood, NJ.
- [13] SHAVLIK J. and DIETTERICH T. (eds) (1990): Readings in Machine Learning, Morgan Kaufmann, San Mateo, California
- [14] Tom M. Mitchell, Jaime G. Carbonell, Ryszard S. Michalski (eds) : " MACHINE LEARNING: A Guide to Current Research" by *Kluwer Academic Publishers*,1986
- [15] Marco Barreno, Blaine Nelson, Anthony D. Joseph, J.D. Tygar (eds) : "The security of machine learning", *This article is published with open access at Springerlink.com*, 2010
- [16] Erik Brynjolfsson, Tom Mitchell (eds) : "What can machine learning do? Workforce implications. Profound change is coming, but roles for humans remain ", by <http://science.sciencemag.org>, 2017

- [17] MAREK PETRIK (edr) : "Knowledge representation for expert systems"
- [18] Caitlyn Clabaugh, Maja Mataric (eds) : " Robots for the people, by the people: Personalizing human-machine interaction", by <http://science.sciencemag.org>, 2018
- [19] William Cohen (edr) : "Machine Learning for Information Extraction in Informal Domains", by *Kluwer Academic Publishers*, Machine Learning, 39, 169–202, 2000
- [20] D. E. GOLDBERGAND, J. H. HOLLAND (eds) : " Genetic Algorithms and Machine Learning" , by *Kluwer Academic Publishers*, Machine Learning 3: 95-99, 1988
- [21] M. I. Jordan1 and T. M. Mitchell (eds) : " Machine learning: Trends, perspectives, and prospects ", by <http://science.sciencemag.org>, 2015
- [22] Christian Robert (edr) : "Machine Learning, a Probabilistic Perspective", CHANCE, 27:2, 62-63, 2014
- [23] <https://www.electronicdesign.com/industrial-automation/turning-machine-learning-industrial-automation-applications>
- [24] <https://medium.com/@ffrige/applying-machine-learning-to-industrial-automation-d6b48c7457c0>
- [25] <https://www.electronicdesign.com/automotive/what-s-difference-between-machine-learning-techniques>
- [26] <https://www.electronicdesign.com/industrial-automation/learning-machine-learning>
- [27] <https://www.electronicdesign.com/embedded-revolution/siemens-buys-machine-learning-tools-refine-chips>
- [28] <https://www.kdnuggets.com/2017/08/4-industries-transformed-machine-learning-robotics.html>
- [29] <https://www.presenso.com/single-post/2017/03/28/the-role-of-automated-machine-learning-in-the-smart-factory/>
- [30] <https://www.radiotvlink.com/index.php/el/open-frequency/10628-texniti-noimosini-kai-mixaniki-mathisi-sto-oikosistema-tou-broadcasting>
- [31] <https://www.automationworld.com/article/technologies/data-acquisition/how-apply-industrial-machine-learning>
- [32] <https://www.electronicdesign.com/embedded-revolution/siemens-buys-machine-learning-tools-refine-chips>
- [33] <https://www.oreilly.com/ideas/practical-applications-of-reinforcement-learning-in-industry>