

Ο ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΑΖΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Εισαγωγή

Οι επιθεωρήσεις αποτελούν πιθανότατα το σημαντικότερο μέσο πολιτικής που χρησιμοποιούν οι κρατικές υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας για να διασφαλίσουν ότι οι επιχειρήσεις λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να συμμορφώνονται προς τους κανονισμούς για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία. Ωστόσο, το αποτέλεσμα των επιθεωρήσεων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Ένας θεμελιώδης παράγοντας είναι η διαδικασία επιλογής των αντικειμένων επιθεώρησης, δηλαδή των επιχειρήσεων ή των χώρων προς επιθεώρηση. Κατ' αρχήν, υπάρχουν τουλάχιστον τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις επιλογής. Η πρώτη προσέγγιση είναι να επιθεωρούνται όλες οι επιχειρήσεις ανεξάρτητα από τον δυνητικό κίνδυνο, το μέγεθος της επιχείρησης, το είδος του κλάδου παραγωγής ή οποιοδήποτε άλλο κριτήριο. Η δεύτερη προσέγγιση συνίσταται στην επιλογή επιχειρήσεων βάσει τυχαίας δειγματοληψίας, όπου κάθε επιχείρηση, ανεξάρτητα από οποιοδήποτε χαρακτηριστικό, έχει ίσες πιθανότητες να επιλεγεί. Όσον αφορά τις προληπτικές και οικονομικές συνθήκες, αμφότερες οι μέθοδοι θεωρούνται συνήθως αναποτελεσματικές (Blanc, 2013). Έτσι, οι περισσότερες υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας επιλέγουν αντικείμενα με βάση την τρίτη προσέγγιση, δηλαδή την προσέγγιση βάσει κινδύνου. Εν ολίγοις, η προσέγγιση βάσει κινδύνου περιλαμβάνει την επιλογή αντικειμένων επιθεώρησης με βάση το επίπεδο κινδύνου.

Αν και η προσέγγιση βάσει κινδύνου αποτελεί βασική αρχή για τις περισσότερες σύγχρονες υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας, η εφαρμογή της στην πράξη ενέχει σημαντικές προκλήσεις. Ο κύριος λόγος γι' αυτό είναι ότι δεν υπάρχουν επαρκώς λεπτομερείς μέθοδοι ανάλυσης κινδύνου (Mischke et al., 2013). Χωρίς κατάλληλες μεθόδους για να καταστεί εφικτή η ιεράρχηση των προτεραιοτήτων με βάση τον κίνδυνο, η προσέγγιση βάσει κινδύνου ενέχει τον κίνδυνο να καταστεί κυβερνητική δήλωση πολιτικής χωρίς απτές πρακτικές συνέπειες. Ως εκ τούτου, είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν μέθοδοι που θα επιτρέπουν τη στόχευση επιχειρήσεων υψηλού κινδύνου (Weil, 2008).

Οι περισσότερες υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας συλλέγουν και αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων που σχετίζονται με τα αντικείμενα επιθεώρησης και τις δραστηριότητες επιθεώρησης που διεξάγουν. Έτσι, οι υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας διαθέτουν δυνητικά μεγάλους και ταχέως αυξανόμενους όγκους δεδομένων, οι οποίοι περιγράφονται σήμερα με τον όρο «μαζικά δεδομένα». Τα μαζικά δεδομένα, σε συνδυασμό με την τεχνολογία της μηχανικής μάθησης, χρησιμοποιούνται με αυξανόμενο ρυθμό για διαφορετικούς προγνωστικούς σκοπούς, μέσω της άντλησης διδαγμάτων από κρυφές τάσεις στα δεδομένα. Για παράδειγμα, η προγνωστική αξία των μαζικών δεδομένων και των τεχνικών μηχανικής μάθησης δοκιμάζεται σε διάφορους τομείς όπως η πρόγνωση του καρκίνου και τα αποτελέσματα των ασθενών, η πρόβλεψη της πτώχευσης, η πρόβλεψη της τιμής του πετρελαίου, ο εντοπισμός της φορολογικής απάτης, η πρόβλεψη του εγκλήματος και οι προβλέψεις της χρηματιστηριακής αγοράς. Ωστόσο, το βασικό ζήτημα που εξετάζεται στο παρόν έγγραφο είναι κατά πόσον η χρήση της τεχνολογίας μαζικών δεδομένων και μηχανικής μάθησης για τη στόχευση αντικειμένων επιθεώρησης υψηλού κινδύνου αποτελεί ελπιδοφόρο δίοδο για τις υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας.

Στοχοθέτηση βάσει κινδύνου

Σύμφωνα με τις αρχές βέλτιστης πρακτικής για την κανονιστική πολιτική, που περιγράφονται από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ, 2014), η ανάλυση και η αξιολόγηση κινδύνου θα πρέπει να αποτελούν για τις υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας τη βάση για τη στόχευση των αντικειμένων επιθεώρησης. Αυτό σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις θα πρέπει να επιλέγονται για επιθεώρηση με βάση εκτιμήσεις που αφορούν τα πιθανά στοιχεία κινδύνων που συγκεντρώνουν και τις συνέπειές τους, όπως τα ατυχήματα, η επιβλαβής έκθεση και οι παράνομες συνθήκες εργασίας. Θεμελιώδης προϋπόθεση για την στόχευση βάσει κινδύνου αποτελεί η παραδοχή ότι, λόγω των περιορισμένων πόρων επιθεώρησης, δεν είναι εφικτός ο έλεγχος όλων των τομέων και των αντικειμένων κινδύνου. Όσον αφορά τις επιθεωρήσεις υγείας και ασφάλειας των αρχών επιθεώρησης εργασίας, αυτό σημαίνει ότι πρέπει να δίδεται προτεραιότητα σε ορισμένους προβληματικούς τομείς έναντι άλλων. Επιπλέον, ορισμένες επιχειρήσεις πρέπει να έχουν προτεραιότητα για επιθεώρηση έναντι άλλων.

Η αρχή της στόχευσης βάσει κινδύνου δεν είναι νέα. Πριν από σχεδόν 50 χρόνια, στην αξιολόγηση της επιτροπής Robens σχετικά με το σύστημα του Ηνωμένου Βασιλείου για την εποπτεία της ασφάλειας και της υγείας στην εργασία, η προσέγγιση βάσει κινδύνου (σε συνδυασμό με την αυτορρύθμιση) εισήχθη ως ιδανικό κριτήριο στη διαδικασία εκσυγχρονισμού της κανονιστικής επιθεώρησης (Robens, 1972). Για να εξασφαλιστεί η οικονομικά αποδοτική χρήση των πόρων επιθεώρησης, η έκθεση Robens εισηγήθηκε στη ρυθμιστική αρχή να επικεντρώνει επιλεκτικά τους πόρους της στους πλέον προβληματικούς τομείς και να δίδει προτεραιότητα στις επιχειρήσεις και στα προβλήματα που είχαν εντοπιστεί μέσω της συστηματικής ανάλυσης όλων των διαθέσιμων δεδομένων που σχετίζονται με την υγεία και την ασφάλεια, π.χ. στατιστικές ατυχημάτων, τεχνικές πληροφορίες και τοπικές πληροφορίες των υπηρεσιών επιθεώρησης της εργασίας.

Οι συστάσεις της έκθεσης Robens έχουν υιοθετηθεί εκτενώς από τις υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας σε διεθνές επίπεδο και στα κράτη μέλη της ΕΕ. Η εξάπλωση της προσέγγισης βάσει κινδύνου σημαίνει ότι οι περισσότερες σύγχρονες υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας έχουν ενστερνιστεί την ιδέα της απόσυρσης πόρων από αντικείμενα χαμηλού κινδύνου και της συγκέντρωσης περισσότερων πόρων για την επιβολή της νομοθεσίας σε αντικείμενα με τους υψηλότερους κινδύνους. Για να καταστεί αυτό δυνατό, απαιτείται κάποιο είδος ανάλυσης δεδομένων. Οι αναλυτικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό των κλάδων υψηλού κινδύνου και των ομάδων εργαζομένων που εκτίθενται σε κίνδυνο είναι επαρκώς ανεπτυγμένες. Αυτές οι αναλύσεις βάσει κινδύνου βασίζονται συνήθως σε εθνικές στατιστικές που αφορούν, για παράδειγμα, τις επαγγελματικές ασθένειες, τα εργατικά ατυχήματα και την επαγγελματική έκθεση. Οι αναλύσεις αποτελούν τη βάση των εκστρατειών επιθεώρησης, των στρατηγικών σχεδίων και των εθνικών αλλά και διεθνών τομέων προτεραιότητας.

Πολύ λιγότερο συνηθισμένες από τις ευρείες αναλύσεις βάσει κινδύνου είναι οι μέθοδοι που καθιστούν δυνατή την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων μεταξύ των επιχειρήσεων εντός ενός κλάδου. Μεταξύ των υπηρεσιών επιθεώρησης εργασίας, μια κοινή προσέγγιση για τη στόχευση συγκεκριμένων επιχειρήσεων που εκτίθενται σε κίνδυνο είναι ότι βασίζονται στις τοπικές πληροφορίες των επιθεωρητών. Ορισμένες υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας, όπως αυτές της Δανίας και της Σουηδίας, διερεύνησαν τη δυνατότητα χρήσης συστημάτων κατάταξης κινδύνου βάσει προσθετικών κλιμάκων. Με τη χρήση προσθετικών κλιμάκων, κάθε επιχείρηση λαμβάνει βαθμολογίες κινδύνου με βάση διάφορα χαρακτηριστικά της επιχείρησης (π.χ. μέγεθος, είδος κλάδου και αριθμός καταγεγραμμένων ατυχημάτων), οι οποίες αθροίζονται ώστε να προκύψει μια συνολική βαθμολογία. Οι επιχειρήσεις που συγκεντρώνουν την υψηλότερη συνολική βαθμολογία ιεραρχούνται κατά προτεραιότητα για επιθεώρηση. Ωστόσο, το πρόβλημα με τη χρήση τέτοιων προσθετικών κλιμάκων είναι ότι παρουσιάζουν σχετικά χαμηλά επίπεδα προγνωστικής εγκυρότητας, δηλαδή η βαθμολογία δεν είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για τον διαχωρισμό των επιχειρήσεων υψηλού κινδύνου από τις επιχειρήσεις χαμηλού κινδύνου.

Μαζικά δεδομένα και μηχανική μάθηση

Η διαδικασία ιεράρχησης των επιχειρήσεων μοιάζει με προσπάθεια να βρει κανείς «βελόνα στα άχυρα». Στην περίπτωση αυτή, τα «άχυρα» μπορεί να υποδηλώνουν εκατοντάδες χιλιάδες αντικείμενα επιθεώρησης, αλλά μόνο ορισμένος αριθμός από αυτά είναι «βελόνες», δηλαδή παρουσιάζουν επίπεδο μη ανεκτού κινδύνου. Η «βελόνα στα άχυρα» αποτελεί σε μεγάλο βαθμό χαρακτηριστικό των μαζικών δεδομένων και της μηχανικής μάθησης.

Κύριος στόχος των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης είναι η παροχή ενός στατιστικού μοντέλου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση προβλέψεων, ταξινομήσεων, εκτιμήσεων ή παρόμοιων εργασιών. Για παράδειγμα, στον τομέα της πρόγνωσης του καρκίνου, οι ερευνητές χρησιμοποιούν εδώ και πάνω από τρεις δεκαετίες αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για την πρόγνωση της ευαισθησίας στον καρκίνο, της υποτροπής του καρκίνου και της επιβίωσης των ασθενών. Θεματικά, η πρόγνωση του καρκίνου απέχει πολύ από τη στόχευση των αντικειμένων επιθεώρησης με βάση τον κίνδυνο. Ωστόσο, και τα δύο είναι παραδείγματα προγνωστικών προκλήσεων ή προβλημάτων τύπου «βελόνα στα άχυρα».

Οι δύο κύριοι κοινοί τύποι αλγορίθμων μηχανικής μάθησης είναι η εποπτευόμενη μάθηση και η μη εποπτευόμενη μάθηση. Στην εποπτευόμενη μάθηση, ο αλγόριθμος αποτελείται από μια εξαρτημένη μεταβλητή (π.χ. επίπεδο κινδύνου) που πρέπει να προβλέπεται από ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι ακριβείς προβλέψεις, φυσικά, απαιτούν υψηλά επίπεδα συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτώμενης μεταβλητής. Στη μη εποπτευόμενη μάθηση δεν υπάρχει εξαρτημένη μεταβλητή προς πρόβλεψη, αλλά στόχος του αλγορίθμου είναι η συγκέντρωση των δεδομένων σε ομάδες (π.χ. διαφορετικές ομάδες κινδύνου) βάσει ομοιότητας. Σε αντίθεση με τις προσθετικές κλίμακες, όπως αυτές που διερευνήθηκαν από τις υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας της Δανίας και της Σουηδίας, οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στη μηχανική μάθηση βελτιώνουν σταδιακά τις προβλέψεις τους, κυρίως μέσω δοκιμών και σφαλμάτων. Αυτό σημαίνει ότι η μηχανή μαθαίνει από προηγούμενες επιτυχίες (σωστές προβλέψεις) και σφάλματα (λανθασμένες προβλέψεις) και προσπαθεί να αποτυπώσει τις γνώσεις αυτές για να καταστήσει ακριβέστερες τις προβλέψεις με βάση τις παρατηρήσεις που λαμβάνει.

Αξιοποίηση των μαζικών δεδομένων και της μηχανικής μάθησης κατά την επιλογή αντικειμένων επιθεώρησης

Οι εποπτευόμενοι και μη εποπτευόμενοι αλγόριθμοι μάθησης απαιτούν επαρκή όγκο δεδομένων, όσον αφορά τόσο τον αριθμό των παρατηρήσεων όσο και τον αριθμό των μεταβλητών, που συνήθως αναφέρονται ως «χαρακτηριστικά». Όπως έχει ήδη επισημανθεί, οι περισσότερες υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας συλλέγουν και αποθηκεύουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων που σχετίζονται με τα αντικείμενα επιθεώρησης και τις δραστηριότητες επιθεώρησης που διεξάγουν. Τα διαθέσιμα στοιχεία αφορούν συνήθως ειδικά χαρακτηριστικά της επιχείρησης, όπως ο αριθμός των εργαζομένων, η ηλικία της επιχείρησης, ο κλάδος, ο αριθμός των προηγούμενων επιθεωρήσεων, τα αποτελέσματα προηγούμενων επιθεωρήσεων και οι κοινοποιήσεις ατυχημάτων. Επιπλέον, ο αριθμός των δεδομένων αυξάνεται καθημερινά, καθώς προστίθενται αποτελέσματα νέων επιθεωρήσεων. Κατ' αρχήν, επομένως, η αντιμετώπιση της πρόκλησης της στόχευσης επιχειρήσεων υψηλού κινδύνου με την αξιοποίηση μαζικών δεδομένων θα πρέπει, τουλάχιστον εκ πρώτης όψεως, να είναι κατάλληλη για αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Παρ' όλα αυτά, λίγες τέτοιες απόπειρες έχουν γίνει μέχρι τώρα. Υπάρχουν, ωστόσο, ορισμένες αξιοσημείωτες εξαιρέσεις, από τις οποίες προκύπτει ότι τα μαζικά δεδομένα και η μηχανική μάθηση θα μπορούσαν να έχουν μεγάλη σημασία για τις υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας προκειμένου να αντεπεξέλθουν στην πρόκληση της στόχευσης αντικειμένων επιθεώρησης υψηλού κινδύνου.

Το πρώτο παράδειγμα είναι μια μελέτη που διερεύνησε την καταλληλότητα των μεθόδων μηχανικής μάθησης για την πρόβλεψη των εργατικών ατυχημάτων ή, πιο συγκεκριμένα, τις πτώσεις στο ίδιο επίπεδο (Matías et al., 2008). Παρά τις σχετικά ακριβείς προβλέψεις της, το

μειονέκτημα αυτής της μελέτης είναι ότι τα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνονται στους αλγόριθμους δεν είναι το είδος των δεδομένων που συνήθως διαθέτουν οι υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας (π.χ. χρήση μέσων ατομικής προστασίας και πρακτικές καθαριότητας). Επιπλέον, οι πτώσεις στο ίδιο επίπεδο αντιπροσωπεύουν ένα μικρό μόνο ποσοστό των κινδύνων στον χώρο εργασίας με τους οποίους ασχολούνται οι υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας.

Το δεύτερο παράδειγμα είναι και πάλι μια ερευνητική μελέτη (Hajakbari και Minaei-Bidgoli, 2014). Η μελέτη αυτή ανέπτυξε ένα σύστημα βαθμολόγησης για την πρόβλεψη του κινδύνου επαγγελματικών ατυχημάτων. Επίσης, από τη μελέτη προέκυψε το συμπέρασμα ότι είναι εφικτό να προβλεφθεί με σχετική ακρίβεια ο κίνδυνος διαφόρων ειδών εργατικών ατυχημάτων με βάση ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά της επιχείρησης (κύρια δραστηριότητα της επιχείρησης, κατανομή ανά φύλο, αριθμός εργαζομένων κ.λπ.). Επιπλέον, η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο αλγόριθμος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό χώρων εργασίας που χρειάζονται περιοδικές επιθεωρήσεις υγείας και ασφάλειας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην εν λόγω μελέτη αντλήθηκαν από τη βάση δεδομένων μιας υπηρεσίας επιθεώρησης εργασίας. Ωστόσο, το μειονέκτημα της μελέτης είναι ότι τα εργατικά ατυχήματα αντιπροσωπεύουν και πάλι έναν μόνο από τους πολλούς εργασιακούς κινδύνους τους οποίους πρέπει να αντιμετωπίσουν οι υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας. Επιπλέον, ένα ιδιαίτερο πρόβλημα με τη χρήση στατιστικών για τους τραυματισμούς είναι ότι τα στοιχεία αυτά είναι ως γνωστόν ιδιαίτερα ευάλωτα λόγω ελλιπούς αναφοράς στοιχείων.

Το τρίτο παράδειγμα είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε από τη νορβηγική Αρχή Επιθεώρησης Εργασίας (στο εξής «NLIA») για να βοηθήσει τους επιθεωρητές στην επιλογή επιχειρήσεων σε σχέση με τον κίνδυνο (Dahl et al., 2018). Το εργαλείο, το οποίο ονομάστηκε εργαλείο πρόβλεψης βάσει ομάδας κινδύνου (στο εξής «εργαλείο RGPT»), διακρίνει τις επιχειρήσεις σε τέσσερις ομάδες βάσει του προβλεπόμενου κινδύνου: επιχειρήσεις χαμηλότερου κινδύνου, χαμηλού κινδύνου, υψηλού κινδύνου και υψηλότερου κινδύνου. Όσο υψηλότερου κινδύνου είναι η ομάδα μιας δεδομένης επιχείρησης, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα, σε μελλοντική επιθεώρηση, να εντοπιστούν στην εν λόγω επιχείρηση σοβαρές αποκλίσεις από τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς υγείας και ασφάλειας. Η ομάδα στην οποία έχει καταταχθεί μια επιχείρηση είναι ορατή στους επιθεωρητές μέσω της εσωτερικής διαδικτυακής διεπαφής χρήστη της NLIA. Ως εκ τούτου, όταν οι επιθεωρητές απευθύνονται σε επιχειρήσεις για επιθεώρηση, ενημερώνονται σχετικά με τις ομάδες κινδύνου των επιχειρήσεων και είναι επομένως σε θέση να προβαίνουν σε τεκμηριωμένες επιλογές με βάση τον κίνδυνο.

Το εργαλείο RGPT εκπονήθηκε βάσει προγνωστικής μοντελοποίησης μέσω αλγορίθμου μηχανικής μάθησης με τη χρήση της λεγόμενης ανάλυσης δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης. Με βάση το μοντέλο παλινδρόμησης, όλες οι επιχειρήσεις στη Νορβηγία (περίπου 230.000) κατατάσσονται σε μία από τις τέσσερις ομάδες κινδύνου. Αυτό γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, το μοντέλο παλινδρόμησης προβλέπει την πιθανότητα να εντοπιστούν σε μελλοντική επιθεώρηση σοβαρές αποκλίσεις από τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς υγείας και ασφάλειας. Στο δεύτερο στάδιο, το μοντέλο χρησιμοποιεί την προβλεπόμενη τιμή πιθανότητας για την κατάταξη της επιχείρησης σε μια ομάδα κινδύνου.

Αρχικά, το εργαλείο αναπτύχθηκε βάσει καταχωρίσεων από περίπου 35.000 επιθεωρήσεις υγείας και ασφάλειας που διενεργήθηκαν από την NLIA. Ωστόσο, οι προβλέψεις του εργαλείου γίνονται σταδιακά και αυτομάτως ακριβέστερες όσο αυξάνεται ο αριθμός των επιθεωρήσεων. Αυτό σημαίνει ότι ο αλγόριθμος προσαρμόζεται βάσει της ανατροφοδότησης (σωστές ή εσφαλμένες προβλέψεις) που λαμβάνει όταν διενεργούνται νέες επιθεωρήσεις και καταχωρίζονται στη βάση δεδομένων της NLIA.

Το εργαλείο RGPT εμπίπτει στην κατηγορία των εμποτευόμενων αλγορίθμων μάθησης, όπου οι επιθεωρήσεις υγείας και ασφάλειας που καταλήγουν σε σοβαρές αποκλίσεις (εξαρτημένη μεταβλητή) πρέπει να προβλέπονται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών της επιχείρησης (χαρακτηριστικά). Τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιεί το εργαλείο RGPT είναι γενικά χαρακτηριστικά της επιχείρησης, όπως το μέγεθος της επιχείρησης, ο κλάδος της, ο αριθμός των

προηγούμενων επιθεωρήσεων, τα αποτελέσματα προηγούμενων επιθεωρήσεων, η ηλικία της επιχείρησης, η γεωγραφική της θέση και οι κοινοποιήσεις ατυχημάτων. Η προγνωστική εγκυρότητα του εργαλείου ελέγχεται κάθε μήνα και η μέχρι τώρα εμπειρία (μετά από περίπου 18 μήνες δοκιμών) είναι ότι ο αλγόριθμος καταφέρνει να στοχεύσει επιχειρήσεις υψηλού κινδύνου με εξαιρετικά ακριβή τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν λίγα ψευδώς θετικά και λίγα ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα, δηλαδή λίγες επιθεωρήσεις εντός της ομάδας χαμηλότερου κινδύνου έχουν ως αποτέλεσμα τον εντοπισμό σοβαρών αποκλίσεων, ενώ η συντριπτική πλειονότητα των επιθεωρήσεων εντός της ομάδας υψηλότερου κινδύνου έχει πράγματι ως αποτέλεσμα τον εντοπισμό σοβαρών αποκλίσεων. Οι ομάδες χαμηλού και υψηλού κινδύνου βρίσκονται μεταξύ των δύο άκρων.

Τα ευρήματα από τη χρήση του εργαλείου που αναπτύχθηκε από την NLIA καταδεικνύουν ότι είναι εφικτή η στόχευση αντικειμένων επιθεώρησης μέσω της αξιοποίησης μαζικών δεδομένων και της μηχανικής μάθησης. Παρόμοιες προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης έχουν επίσης δοκιμαστεί από τουλάχιστον δύο ακόμα ευρωπαϊκές υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας με ελπιδοφόρα αποτελέσματα: από τη σουηδική Αρχή για το Εργασιακό Περιβάλλον (Ridemar, 2018) και από την ολλανδική Επιθεώρηση SZW (Jacobusse και Veenman, 2016). Ωστόσο, το νορβηγικό εργαλείο δεν είναι κατ' ανάγκη μεταβίβασιμο σε άλλες υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας, καθώς η χρήση του εξαρτάται από τον τρόπο αποθήκευσης των δεδομένων, την ποιότητα των δεδομένων, την πρόσβαση στα δεδομένα και τη δομή της βάσης δεδομένων. Επιπλέον, η στόχευση επιχειρήσεων βάσει του εργαλείου συνεπάγεται την αποδοχή του τρόπου με τον οποίο προσδιορίζεται και εφαρμόζεται ο κίνδυνος στον αλγόριθμο. Όπως περιγράφεται, το εργαλείο βασίζεται σε έναν ορισμό του κινδύνου ο οποίος συνεπάγεται ότι όσο υψηλότερου κινδύνου είναι η ομάδα μιας δεδομένης επιχείρησης, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να εντοπιστούν σε μελλοντική επιθεώρηση σοβαρές αποκλίσεις στην εν λόγω επιχείρηση σε σχέση με τη συμμόρφωση προς τους κανονισμούς για την υγεία και την ασφάλεια. Αυτό σημαίνει ότι το εργαλείο αφορά πρωτίστως τους λεγόμενους κινδύνους διαχείρισης και ελέγχου και όχι τους εγγενείς κινδύνους. Ενώ οι κίνδυνοι διαχείρισης και ελέγχου προκύπτουν από την ικανότητα και την προθυμία μιας επιχείρησης να διαχειρίζεται τους κινδύνους (π.χ. μέσω της συμμόρφωσης προς τους σχετικούς κανονισμούς), οι εγγενείς κίνδυνοι είναι εκείνοι που προκύπτουν από τη φύση των δραστηριοτήτων μιας επιχείρησης (π.χ. πτώση από ύψη, έκθεση σε χημικές ουσίες και μυοσκελετικές καταπονήσεις).

Στην πράξη, οι κίνδυνοι διαχείρισης και ελέγχου είναι συνδεδεμένοι με τους εγγενείς κινδύνους. Αυτό, ωστόσο, δεν σημαίνει ότι οι δύο τύποι κινδύνων συνδέονται αναγκαστικά σε μεγάλο βαθμό εμπειρικά. Ως εκ τούτου, η τυφλή χρήση εργαλείων που στοχεύουν επιχειρήσεις με βάση ένα είδος κινδύνων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την παράβλεψη άλλου είδους κινδύνων. Στο πλαίσιο του νορβηγικού κανονιστικού καθεστώτος, η πρόκληση αυτή αντιμετωπίζεται δίνοντας έμφαση στους εγγενείς κινδύνους κατά τον προσδιορισμό των τομέων προτεραιότητας, των ομάδων εργαζομένων που εκτίθενται στον κίνδυνο και των κλάδων υψηλού κινδύνου, ενώ στους κινδύνους διαχείρισης και ελέγχου δίνεται έμφαση κατά την ειδική στόχευση των επιχειρήσεων.

Προκλήσεις

Το γεγονός ότι οι κίνδυνοι διαχείρισης και ελέγχου από τη μια πλευρά και οι εγγενείς κίνδυνοι από την άλλη δεν συνδέονται αναγκαστικά εμπειρικά, μας οδηγεί σε μια άλλη, πιθανότατα ακόμη μεγαλύτερη, πρόκληση όσον αφορά την εφαρμογή αλγορίθμων μαζικών δεδομένων και μηχανικής μάθησης στη στόχευση βάσει κινδύνου. Τα τρία παραδείγματα εργαλείων μηχανικής μάθησης ανωτέρω είναι όλα παραδείγματα μονοδιάστατης στόχευσης, δηλαδή στόχευσης με βάση έναν συγκεκριμένο ορισμό και τη λειτουργικότητα του κινδύνου. Ωστόσο, οι κίνδυνοι στον κόσμο της εργασίας δεν είναι μόνο ενός συγκεκριμένου είδους. Ως εκ τούτου, οι αρχές επιβολής του νόμου ασχολούνται με πολλαπλά είδη κινδύνων, π.χ. ατυχήματα, έκθεση σε χημικά, έκθεση σε βιολογικούς παράγοντες, ψυχοκοινωνικές απειλές, μυοσκελετικοί παράγοντες κινδύνου και κοινωνικό ντάμπινγκ. Στο πλαίσιο αυτών των ειδών κινδύνων, υπάρχουν ακόμη περισσότερα

επιμέρους είδη. Η ανάπτυξη μοντέλων κινδύνου που καταφέρνουν να αποτυπώσουν αυτή την ποικιλία είναι πολύ δύσκολη, διότι τα διάφορα είδη κινδύνων δεν συσχετίζονται κατ' ανάγκη μεταξύ τους. Ως εκ τούτου, η αποτύπωση αυτής της ποικιλίας διαφέρει αρκετά από την πρόβλεψη της πιθανότητας ενός συγκεκριμένου είδους κινδύνου (Dahl et al., 2018).

Μια δεύτερη, αλλά σχετική, πρόκληση καθιστά ακόμη πιο περίπλοκο το έργο της στόχευσης βάσει κινδύνου. Είναι ο γνωστός σκόπελος της πολιτικής (Black, 2010). Παρόλο που οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης είναι δυναμικοί, υπό την έννοια ότι μπορούν να διδάσκονται από τις επιτυχίες και τα σφάλματα και να προσαρμόζονται ανάλογα, δεν μπορούν ωστόσο να λαμβάνουν υπόψη διαφορετικές πολιτικές απόψεις. Κατ' αρχήν, το πολιτικό πλαίσιο είναι ευμετάβλητο. Ως εκ τούτου, η προτεραιότητα που δίνεται σήμερα σε ορισμένους τύπους κινδύνου, μπορεί αύριο να μην ισχύει πλέον. Δεύτερον, το πολιτικό πλαίσιο είναι πολυσχιδές. Υπό την έννοια αυτή, διάφοροι ενδιαφερόμενοι φορείς, π.χ. πολιτικοί, εργοδότες, εργαζόμενοι, τα μέσα ενημέρωσης και το κοινό, εκφράζουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με τα είδη κινδύνων που χρήζουν αντιμετώπισης κατά προτεραιότητα. Αυτό δείχνει ότι ο κίνδυνος στον κόσμο της εργασίας δεν είναι κατ' ανάγκη αντικειμενική οντότητα αλλά κοινωνικό κατασκεύασμα.

Μια τρίτη πρόκληση, άξια προσοχής, σχετίζεται με το γεγονός ότι, παρόλο που οι υπηρεσίες επιθεώρησης εργασίας διαθέτουν τεράστιο όγκο δεδομένων σχετικά με τα αντικείμενα των επιθεωρήσεών τους, τα δεδομένα αυτά είναι συνήθως σε επίπεδο επιχείρησης και δεν θεωρούνται ότι είναι τα καταλληλότερα για να ληφθούν υπόψη (βλ., για παράδειγμα, Gunningham και Sinclair, 2007). Σε μια βάση δεδομένων, μια μοναδική επιχείρηση ταυτοποιείται συνήθως με ένα μοναδικό αναγνωριστικό κωδικό, όπως ο αριθμός μητρώου ενός οργανισμού. Η ικανότητα ενός αλγόριθμου μηχανικής μάθησης να αποδίδει μια δεδομένη προβλεπόμενη τιμή κινδύνου σε μια δεδομένη επιχείρηση εξαρτάται από μοναδικούς αναγνωριστικούς κωδικούς. Ωστόσο, όλα τα πιθανά αντικείμενα επιθεώρησης δεν αναγνωρίζονται αυτόματα από ένα μοναδικό αναγνωριστικό. Για παράδειγμα, στο πλαίσιο του κατασκευαστικού κλάδου, δεν είναι απαραίτητως μια επιχείρηση σκυροδέματος που προορίζεται για επιθεώρηση, αλλά ένα προσωρινό εργοτάξιο. Υπάρχουν τουλάχιστον δύο προκλήσεις που σχετίζονται με αυτόν τον προσωρινό χαρακτήρα. Πρώτον, τα εργοτάξια και άλλοι προσωρινοί χώροι εργασίας ενδέχεται να μην είναι αναγνωρίσιμοι με μοναδικούς αναγνωριστικούς κωδικούς. Δεύτερον, ακόμη και αν ήταν αναγνωρίσιμοι, ο προσωρινός χαρακτήρας σημαίνει ότι ένας αλγόριθμος μηχανικής μάθησης δεν θα έχει πιθανώς την ευκαιρία να μάθει από τις προγνωστικές επιτυχίες και τα λάθη του προτού το εργοτάξιο και οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν τον χώρο σταματήσουν τη λειτουργία τους και μετακινηθούν σε ένα νέο εργοτάξιο με νέους σχηματισμούς.

Συμπερασματικές παρατηρήσεις

Οι προκλήσεις που περιγράφονται ανωτέρω καταδεικνύουν ότι υπάρχουν ορισμένες σημαντικές δυσκολίες που σχετίζονται με τη στόχευση αντικειμένων επιθεώρησης υψηλού κινδύνου με τη χρήση τεχνικών μαζικών δεδομένων και μηχανικής μάθησης. Ωστόσο, οι προκλήσεις αυτές δεν εξαλείφουν με κανέναν τρόπο τη χρησιμότητα των εν λόγω τεχνικών στο πλαίσιο μιας προσέγγισης με βάση τον κίνδυνο. Μάλλον δείχνουν ότι η στόχευση βάσει κινδύνου πιθανότατα δεν θα αποφέρει αποτελέσματα εάν εξαρτάται μόνο από αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Αυτό φαίνεται από το παράδειγμα της Νορβηγίας ανωτέρω. Αντί να δίνεται η δυνατότητα στον αλγόριθμο να επιλέγει απευθείας αντικείμενα, οι επιθεωρητές μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τους κινδύνους με βάση τις προβλέψεις που πραγματοποιεί ο αλγόριθμος. Αυτό προϋποθέτει έναν συνδυασμό τεχνητής και ανθρώπινης νοημοσύνης, όπου η κάθε μία συμπληρώνει τα δυνατά σημεία της άλλης. Όσον αφορά τις προβλέψεις πολύπλοκων κοινωνικών γεγονότων εν γένει, ο συνδυασμός των δύο αυτών ειδών νοημοσύνης είναι πιθανότατα απαραίτητος.

Βιβλιογραφικές πηγές

- Black, J., 2010. Risk-based regulation: Choices, practices and lessons being learnt. In OECD 2010 (ed.), Risk and regulatory policy: Improving the governance of risk. OECD, Paris.
- Blanc, F., 2013. Inspection reforms: why, how, and with what results. OECD, Paris.
- Dahl, Ø., Kilskar, S. S., Skarholt, K., Rosness, R., 2018. Risikobasert tilsyn i de nordiske arbeidstilsynene. [Επιθεωρήσεις εργασίας βάσει κινδύνου στις σκανδιναβικές χώρες.] Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Gunningham, N., Sinclair, D., 2007. Factors impinging on the effectiveness of the Mines Inspectorate. The Australian National University, Canberra.
- Hajakbari, M. S., Minaei-Bidgoli, B., 2014. A new scoring system for assessing the risk of occupational accidents: A case study using data mining techniques with Iran's Ministry of Labor data. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 32, σ. 443-453.
- Jacobusse, G., Veenman, C., 2016. On selection bias with imbalanced classes. International Conference on Discovery Science, Bari, σ. 325-340.
- Matías, J. M., Rivas, T., Martín, J. E., Taboada, J., 2008. A machine learning methodology for the analysis of workplace accidents. International Journal of Computer Mathematics 85, σ. 559-578.
- Mischke, C., Verbeek, J. H., Job, J., Morata, T. C., Alvesalo-Kuusi, A., Neuvonen, K., Clarke, S., Pedlow, R. I., 2013. Occupational safety and health enforcement tools for preventing occupational diseases and injuries. Cochrane Database of Systematic Reviews 2013, Issue 8, Art. No CD010183.
- OECD, 2014. OECD Best practice principles for regulatory policy: Regulatory enforcement and inspections. The Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Ridemar, A., 2018. Decision support for SWEA inspections. KTH Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Robens, L., 1972. Safety and Health at Work: Report of the Committee 1970-1972. Her Majesty's Stationery Office, London.
- Weil, D., 2008. A strategic approach to labour inspection. International Labour Review 147, σ. 349-375.

Συντάκτες: Øyvind Dahl Senior Research, SINTEF Digital — Safety and Reliability, Trondheim, Νορβηγία

Annick Starren, Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία (EU-OSHA)

Η μετάφραση πραγματοποιήθηκε από το Μεταφραστικό Κέντρο (CdT, Λουξεμβούργο), με βάση το πρωτότυπο αγγλικό κείμενο.