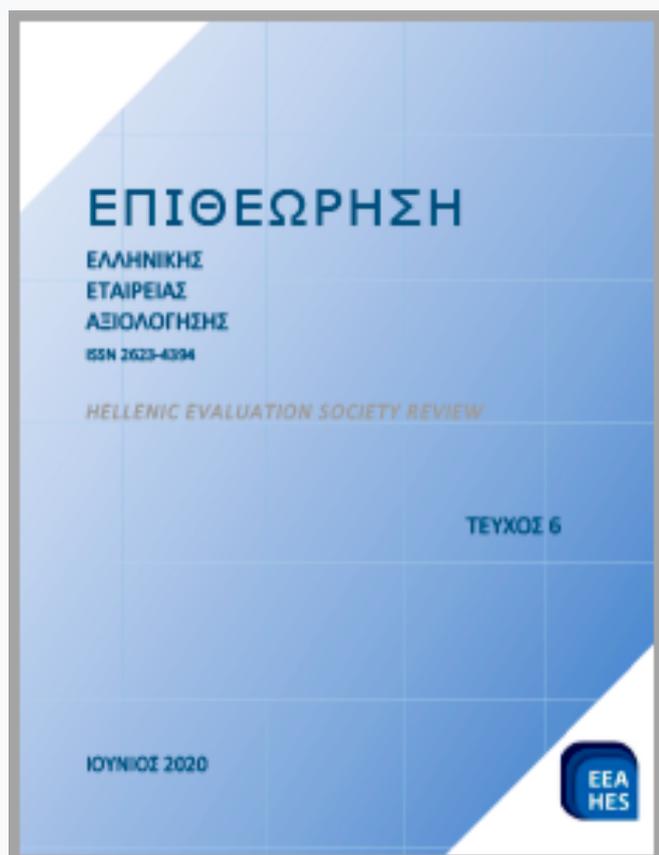


Hellenic Evaluation Society Review

No 6 (2020)

HELLENIC EVALUATION SOCIETY REVIEW - ISSUE 6



Από την Οικονομία των Δεδομένων στην Τεχνητή Νοημοσύνη

Γιάννης Σολδάτος

doi: [10.12681/eea.40248](https://doi.org/10.12681/eea.40248)

Από την Οικονομία των Δεδομένων στην Τεχνητή Νοημοσύνη

Σύγχρονες τάσεις στην Παραγωγή και Διαχείριση Δεδομένων

Γιάννης Σολδάτος

Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Η/Υ, Honorary Research Fellow University of Glasgow, Σύμβουλος Επιχειρήσεων

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια πάρα πολλοί οργανισμοί μετασχηματίζουν τις επιχειρησιακές τους διαδικασίες και τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων τους προς μια κατεύθυνση που αξιοποιεί το μεγάλο όγκο δεδομένων που παράγουν και διαχειρίζονται. Παράλληλα δημιουργούνται πολλά νέα προϊόντα και υπηρεσίες που βασίζονται στην επεξεργασία δεδομένων (data-driven). Κατά συνέπεια τα δεδομένα αποτελούν πλέον βασικό πόρο για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη στο πλαίσιο ενός νέου παγκόσμιου οικοσυστήματος που χαρακτηρίζεται ως «οικονομία των δεδομένων». Πτυχές αυτού του οικοσυστήματος, οδηγούν ακόμα στην οικονομία της Τεχνητής Νοημοσύνης καθώς η διαθεσιμότητα πολλών και κατάλληλων δεδομένων αποτελεί προ-απαιτούμενο για την ανάπτυξη και τη λειτουργία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, όπως π.χ. συστημάτων μηχανικής μάθησης. Το παρόν άρθρο παρουσιάζει τα βασικά χαρακτηριστικά της οικονομίας των δεδομένων, και εξηγεί τον τρόπο με τον οποίο διευκολύνει τη μετάβαση στην εποχή της τεχνητής νοημοσύνης. Παράλληλα παρουσιάζει μερικές από τις πιο σημαντικές προκλήσεις σε σχέση με τη μετάβαση αυτή, καθώς και τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν.

Λέξεις-κλειδιά: Δεδομένα, Μεγάλα Δεδομένα, Οικονομία Δεδομένων, Τεχνητή Νοημοσύνη, Μηχανική Μάθηση, Βαθιά Μάθηση, Ηθική Τεχνητής Νοημοσύνης

Εισαγωγή

Η τελευταία δεκαετία χαρακτηρίζεται από την ραγδαία αύξηση του όγκου των παραγόμενων ψηφιακών δεδομένων. Η εκρηκτική αυτή αύξηση οφείλεται σε σειρά παραγόντων όπως η αύξηση των συνδεδεμένων συσκευών και η αύξηση του αριθμού των χρηστών διαδικτυακών εφαρμογών που παράγουν μεγάλο αριθμό δεδομένων, όπως για παράδειγμα οι εφαρμογές αυτοματοποίησης εταιρικών διαδικασιών και οι εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης. Οι αριθμοί που αφορούν στα δεδομένα που παράγονταν καθημερινά στις αρχές του 2019 είναι αποκαλυπτικοί¹: 500 εκατομμύρια tweets, 294 δισεκατομμύρια μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, 4 petabytes δεδομένων από αναρτήσεις στο Facebook, 4 terabytes δεδομένων από κάθε συνδεδεμένο όχημα, 65 δισεκατομμύρια

¹ <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/how-much-data-is-generated-each-day-cf4bddf29f/>

μηνύματα WhatsApp και περισσότερες από 5 εκατομμύρια αναζητήσεις στις διαδικτυακές μηχανές αναζήτησης. Οι αποκαλυπτικοί αυτοί αριθμοί δε δίνουν την πλήρη εικόνα των παραγόμενων δεδομένων, καθώς δεν περιλαμβάνουν για παράδειγμα τα δεδομένα που γεννούν καθημερινά τα δισεκατομμύρια των συνδεδεμένων διαδικτυακών συσκευών. Εξάλλου, τα δεδομένα αυτά έρχονται να προστεθούν στους μεγάλους όγκους δεδομένων που παράγουν οι συνήθεις εφαρμογές εταιρικού αυτοματισμού, οργάνωσης γραφείου, διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας και πολλών άλλων.

Η παραγωγή των παραπάνω δεδομένων συνοδεύεται από την εμφάνιση και ανάπτυξη ψηφιακών τεχνολογιών που διευκολύνουν τη συλλογή, αποθήκευση, διαχείριση και ανάλυσή τους σε πολύ μεγάλη κλίμακα. Συγκεκριμένα οι υποδομές υπολογιστικού νέφους (cloud computing) παρέχουν δυνατότητες για κλιμακούμενη πρόσβαση σε μεγάλες ποσότητες πόρων αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων. Παράλληλα, οι τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων (BigData) επιτρέπουν την διαχείριση δομημένων (structured), αδόμητων (unstructured) και ημιδομημένων (semi-structured) δεδομένων, ανεξάρτητα από τον όγκο τους (Volume), την ταχύτητα παραγωγής τους (Velocity) αλλά και την ετερογένεια των πηγών δεδομένων που τα παράγουν (Variety). Επιπλέον, πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνολογίες μηχανικής μάθησης (Machine Learning) και εξόρυξης γνώσης (Data Mining), επιτρέπουν την ταχεία και αποτελεσματική επεξεργασία τους.

Η Οικονομία των Δεδομένων («Data Economy»)

Οι παραπάνω τάσεις επιτρέπουν την ανάπτυξη νέων προϊόντων και υπηρεσιών που βασίζονται στην επεξεργασία μεγάλων όγκων δεδομένων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν εφαρμογές και πλατφόρμες ηλεκτρονικών συναλλαγών που βασίζονται στην επεξεργασία δεδομένων για να βελτιστοποιήσουν τις υπηρεσίες και τη συνολική εμπειρία («user experience») που παρέχουν στο χρήστη. Για τις πλατφόρμες αυτές, τα δεδομένα αποτελούν τον πιο πολύτιμο πόρο τους, καθώς χωρίς αυτά αδυνατούν να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους. Αυτός είναι ο λόγος που πολλές από τις διαδικτυακές πλατφόρμες παρέχουν στους χρήστες τους μεγάλο αριθμό δωρεάν υπηρεσιών, σε αντάλλαγμα των δεδομένων που οι χρήστες συνεισφέρουν σε αυτές.

Παράλληλα οι σύγχρονες τάσεις στην παραγωγή και διαχείριση δεδομένων επιτρέπουν σε επιχειρήσεις και δημόσιους οργανισμούς να αναπτύσσουν νέες επιχειρησιακές διαδικασίες (data driven processes) και μοντέλα λήψης αποφάσεων (data driven decisions) που βασίζονται στην διαχείριση δεδομένων. Τέτοιες διαδικασίες υλοποιούνται πλέον σε όλους τους τομείς της οικονομίας όπως π.χ. στο εμπόριο, στη βιομηχανία, στην εφοδιαστική αλυσίδα, στις υπηρεσίες υγείας, στο χρηματοπιστωτικό τομέα, στον αγρο-διατροφικό τομέα, αλλά και στο πλαίσιο κυβερνητικών υπηρεσιών. Για παράδειγμα, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα αξιοποιούν πλέον μεγάλους όγκους δεδομένων για να εκτιμήσουν το ρίσκο που συνοδεύει συγκριμένους πελάτες ή προϊόντα τους. Ένα άλλο παράδειγμα αφορά τις υπηρεσίες υγείας, όπου ιστορικά δεδομένα αξιοποιούνται πλέον στη διάγνωση, πρόγνωση και θεραπεία διάφορων ασθενειών. Ακόμα, πολλές κυβερνήσεις αξιοποιούν πλέον δεδομένα για να σχεδιάσουν και να προτείνουν δημόσιες πολιτικές σε διάφορους τομείς όπως η οικονομία, η υγεία και η κοινωνική ασφάλιση.

Η αξιοποίηση δεδομένων στο σχεδιασμό επιχειρησιακών διαδικασιών και τη λήψη αποφάσεων δεν εκτείνεται μόνο σε διάφορους τομείς της οικονομίας, αλλά αφορούν και όλα τα τμήματα κάποιου οργανισμού. Συγκεκριμένα, αποφάσεις με βάση δεδομένα λαμβάνονται πλέον σε σχέση με τις πωλήσεις, την προώθηση προϊόντων, την παραγωγή αλλά και τους ανθρώπινους πόρους των σύγχρονων επιχειρήσεων. Για παράδειγμα, οι εταιρίες αξιοποιούν πλέον πολλά δεδομένα για να

επιλέξουν τα καλύτερα κανάλια προώθησης και διαφήμισης προϊόντων, αλλά και για να αποτιμήσουν την απόδοση των εργαζομένων τους. Στις μέρες μας όλο και περισσότεροι οργανισμοί μετασχηματίζουν τις διαδικασίες τους προς την κατεύθυνση της αξιοποίησης δεδομένων. Αν και υπάρχουν ακόμα πολλές διαδικασίες που βασίζονται σε εμπειρικούς κανόνες, ο ψηφιακός μετασχηματισμός των σύγχρονων οργανισμών περιλαμβάνει τη μετάβαση σε διαδικασίες και αποφάσεις με βάση δεδομένα (“data driven”).

Οι επιχειρησιακές διαδικασίες που βασίζονται σε ανάλυση δεδομένων δεν περιορίζονται πλέον στα στενά όρια μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού. Αντίθετα εκτείνονται σε πολλαπλούς οργανισμούς στα πλαίσια της εφοδιαστικής αλυσίδας (“supply chain”) ή άλλων αλυσίδων αξίας («value chains»). Ειδικότερα, συνεργαζόμενες εταιρίες και οργανισμοί ανταλλάσσουν δεδομένα για να βελτιστοποιήσουν τόσο τις εσωτερικές τους διαδικασίες, όσο και τις διαδικασίες που βασίζονται στη μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Η κλιμάκωση του ψηφιακού μετασχηματισμού σε επίπεδο οργανισμών και αλυσίδων αξίας, οδηγεί σταδιακά σε ένα παγκόσμιο οικοσύστημα οργανισμών και διαδικασιών, που παράγουν και ανταλλάσσουν δεδομένα με στόχο τη δημιουργία αξίας και τη βελτίωση των προϊόντων και υπηρεσιών τους. Στο οικοσύστημα αυτό συμμετέχουν όλες οι μεγάλες διαδικτυακές πλατφόρμες παραγωγής και επεξεργασίας δεδομένων, όπως π.χ. οι πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης, οι μεγάλες μηχανές αναζήτησης, οι πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου, οι πάροχοι online υπηρεσιών αλλά και βιομηχανίες που παρέχουν ή διακινούν δεδομένα για τα προϊόντα τους μέσω διαδικτύου. Το οικοσύστημα αυτό χαρακτηρίζεται ως παγκόσμια οικονομία δεδομένων («data economy») και επηρεάζει άμεσα οργανισμούς που αξιοποιούν δεδομένα, όπως εταιρίες στους τομείς της υγείας, της πρωτογενούς παραγωγής, των τηλεπικοινωνιών, της βιοτεχνολογίας, αλλά και πλειάδας άλλων βιομηχανικών τομέων.

Στο πλαίσιο της οικονομίας των δεδομένων, τα δεδομένα αποτελούν το βασικότερο πόρο για την οικονομική ανάπτυξη, την παραγωγή καινοτομίας, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και γενικότερα για την κοινωνική πρόοδο². Στις μέρες μας πολλοί χρησιμοποιούν τη φράση του Εγγλέζου Μαθηματικού Clive Humby ότι «τα δεδομένα είναι το πετρέλαιο του 21ου αιώνα»³, προκειμένου να τονίσουν τη σημασία των δεδομένων για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη. Η οικονομία των δεδομένων βελτιώνει τη ζωή των πολιτών μέσω καλύτερων υπηρεσιών (π.χ. καλύτερων υπηρεσιών υγείας), καλύτερων και φτηνότερων δημόσιων υπηρεσιών, αλλά και μέσω σημαντικών βελτιώσεων στις περιβαλλοντικές επιδόσεις επιχειρησιακών διαδικασιών (π.χ. μέσω συστημάτων μεταφορών με μικρότερο ενεργειακό αποτύπωμα). Παράλληλα, η οικονομία των δεδομένων βελτιώνει σημαντικά την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων, δίδοντάς τους περισσότερα δεδομένα αλλά και εργαλεία μέσω των οποίων μπορούν να καινοτομήσουν.

Η Μετάβαση στην Τεχνητή Νοημοσύνη

Η δημιουργία ενός δυνατού οικοσυστήματος παραγωγής, ανταλλαγής και διαχείρισης δεδομένων αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για τη μετάβαση στην εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence). Μια τέτοια μετάβαση θα επιτρέψει σε πολίτες, επιχειρήσεις, και την κοινωνία να επωφεληθούν από τα πολλά και πολλαπλώς διακηρυγμένα πλεονεκτήματα της τεχνητής

² <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/building-european-data-economy>

³ <https://medium.com/project-2030/data-is-the-new-oil-a-ludicrous-proposition-1d91bba4f294>

νοημοσύνης, σε σχέση με την αυτοματοποίηση διαδικασιών, την εξάλειψη λαθών, τη δημιουργία καινοτομικών προϊόντων και την εξοικονόμηση χρόνου και κόστους. Η Τεχνητή Νοημοσύνη εισάγει ένα καινούργιο παράδειγμα σε σχέση με τις παραδοσιακή αυτοματοποίηση διαδικασιών μέσω υπολογιστικών συστημάτων. Συγκεκριμένα:

- Τα παραδοσιακά υπολογιστικά προγράμματα δέχονται ως είσοδο δεδομένα τα οποία και επεξεργάζονται βάσει συγκεκριμένων κανόνων που έχουν καθοριστεί από κάποιο ειδικό. Παράγουν ως έξοδο τα αποτελέσματα της επεξεργασίας. Πρόκειται για συστήματα «ντετερμινιστικά» που δεν έχουν καθόλου αβεβαιότητα σε σχέση με τη λειτουργία τους, αλλά χαρακτηρίζονται από μικρή ευελιξία και δυνατότητα προσαρμογής σε μεταβαλλόμενες συνθήκες.
- Τα περισσότερα προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης δέχονται ως είσοδο παλαιότερα δεδομένα με στόχο να παράγουν τους κανόνες επεξεργασίας. Κατά συνέπεια δε βασίζονται σε ένα σύνολο προδιαγεγραμμένων κανόνων αλλά μπορούν κάθε φορά να παράγουν τους κανόνες λειτουργίας τους αποτιμώντας καταστάσεις και δεδομένα. Πρόκειται κατά βάση για στοχαστικά συστήματα που ενσωματώνουν στατιστικές διαδικασίες στη λειτουργία τους και μπορούν κατά συνέπεια να προσαρμόζονται στις αλλαγές του περιβάλλοντός τους.

Η λειτουργία πολλών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης όπως π.χ. αρκετών συστημάτων μηχανικής μάθησης, προϋποθέτει την εκπαίδευσή τους με κατάλληλα ιστορικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να είναι επαρκή σε μέγεθος και αντιπροσωπευτικά ως προς τη διαδικασία που αφορούν. Το μέγεθος και η αντιπροσωπευτικότητα των δεδομένων εκπαίδευσης («training data») αποτελούν αναγκαίες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη αποτελεσματικών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η διαθεσιμότητα πολλών και κατάλληλων δεδομένων είναι πολύ πιο σημαντική ακόμα και από την επιλογή των κατάλληλων στατιστικών εργαλείων και μοντέλων μηχανικής μάθησης. Αυτός είναι και ένας από τους βασικούς λόγους για τον οποίο βιώνουμε τα τελευταία χρόνια μια έκρηξη ενδιαφέροντος για την τεχνητή νοημοσύνη, παρ' ότι τα περισσότερα στατιστικά εργαλεία και μαθηματικά μοντέλα της είναι γνωστά για περισσότερες από δυο δεκαετίες. Πιο συγκεκριμένα, η έκρηξη των παραγόμενων δεδομένων σε συνδυασμό με τη διαθεσιμότητα πανίσχυρων υπολογιστικών υποδομών που μπορούν να επεξεργάζονται ταχύτατα μεγάλους όγκους δεδομένων αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη αποτελεσματικών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Δεν είναι τυχαίο ότι οι παγκόσμιοι ηγέτες της τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν τις εταιρίες που συλλέγουν και διαχειρίζονται τα περισσότερα δεδομένα στον κόσμο. Σημειώνεται επίσης ότι τα πιο προηγμένα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, π.χ. το σύστημα AlphaGo της Google που κερδίζει ανθρώπινες ιδιοφυίες στο επιτραπέζιο παιχνίδι GO, αξιοποιούν τεχνικές και μοντέλα μηχανικής μάθησης που βελτιώνουν τις επιδόσεις τους ανάλογα με τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων εκπαίδευσης. Τέτοια συστήματα είναι για παράδειγμα αυτά της «βαθιάς μάθησης» («deep learning») που μπορούν να αξιοποιούν τις μεγάλες ποσότητες δεδομένων που καθίστανται διαθέσιμες, με πολύ αποτελεσματικότερο τρόπο από ότι τα παραδοσιακά συστήματα μηχανικής μάθησης.

Με βάση τα παραπάνω καθίσταται εμφανής η συσχέτιση της οικονομίας των δεδομένων με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης. Η συμμετοχή εταιριών και οργανισμών στο παγκόσμιο οικοσύστημα της οικονομίας των δεδομένων τους επιτρέπει να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που απαιτούνται για την ανάπτυξη αξιόπιστων συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Κατά συνέπεια η οικονομία των δεδομένων παρέχει στους σύγχρονους οργανισμούς δυνατότητες να αναπτύξουν διαδικασίες, υπηρεσίες και προϊόντα βασισμένα στην Τεχνητή Νοημοσύνη.

Η μετάβαση από την οικονομία των δεδομένων στην τεχνητή νοημοσύνη προϋποθέτει κατ' αρχήν την ανάπτυξη κατάλληλων υποδομών για τη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία μεγάλων δεδομένων (BigData). Στις περισσότερες περιπτώσεις η διαθεσιμότητα ολοκληρωμένων βάσεων δεδομένων που επιτρέπουν την ανάπτυξη συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης δε μπορεί να θεωρηθεί δεδομένη. Οι περισσότερες επιχειρήσεις και άλλοι οργανισμοί καταβάλουν μεγάλες προσπάθειες, τόσο στο τεχνολογικό και στο οργανωτικό πεδίο, για να συγκεντρώσουν και να οργανώσουν τα δεδομένα τους. Αυτό είναι το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την υλοποίηση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης. Αντίστοιχα, τα κράτη και οι κυβερνήσεις στοχεύουν στη δόμηση και ανάπτυξη μεγάλων βάσεων δεδομένων ως προ-απαιτούμενο για την υποστήριξη των εθνικών στρατηγικών τεχνητής νοημοσύνης. Η δημιουργία τέτοιων βάσεων δεδομένων είναι συνυφασμένη με πολιτικές για την ανάπτυξη της οικονομίας των δεδομένων σε εθνικό αλλά και διεθνές επίπεδο. Τέτοιες πολιτικές κινούνται προς την κατεύθυνση της διευκόλυνσης της παραγωγής και επεξεργασίας δεδομένων, στο τεχνικό, οικονομικό, κανονιστικό και νομικό πεδίο.

Προκλήσεις και Ρίσκα της Τεχνητή Νοημοσύνης στην Οικονομία των Δεδομένων

Η μετάβαση από την οικονομία των δεδομένων στην Τεχνητή Νοημοσύνη επιβάλλει την αντιμετώπιση σειράς προκλήσεων, που αποτελούν στις μέρες και τα σημαντικότερα εμπόδια στην ταχύτερη και ευρύτερη υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης. Οι προκλήσεις αυτές περιλαμβάνουν τα παρακάτω ζητήματα:

- **Διαθεσιμότητα και Αξιοπιστία Δεδομένων:** Παρά την έκρηξη του όγκου των παραγόμενων δεδομένων, δεν υπάρχουν πάντα κατάλληλα δεδομένα για την εκπαίδευση και την εκτέλεση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης. Τα διαθέσιμα δεδομένα δεν είναι στις περισσότερες περιπτώσεις επαρκώς δομημένα, ενώ πολλές φορές τα απαιτούμενα δεδομένα είναι ασύνδετα και αποθηκευμένα σε εντελώς διαφορετικές βάσεις δεδομένων. Εξάλλου, σε αρκετές περιπτώσεις δεν υπάρχουν αντιπροσωπευτικά δεδομένα για κάποιες διαδικασίες, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην εκπαίδευση αλγορίθμων που ενσωματώνουν προκατάληψη (“biased algorithms”) και δεν μπορούν να παράγουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Η οικονομία των δεδομένων περιλαμβάνει τη δημιουργία καλά δομημένων και αντιπροσωπευτικών βάσεων δεδομένων και κατά συνέπεια συνεισφέρει στην επιτάχυνση της ανάπτυξης και υιοθέτησης συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Σε πολλές περιπτώσεις οι αναπτυσσόμενες υποδομές δεδομένων περιλαμβάνουν δημόσια ανοιχτά δεδομένα (“open data”) που καθίσταται διαθέσιμα σε ερευνητές και εταιρίες με στόχο τη διευκόλυνση των πρωτοβουλιών καινοτομίας τους με πυρήνα την τεχνητή νοημοσύνη και την οικονομία των δεδομένων.
- **Διαθεσιμότητα Υπολογιστικών Υποδομών:** Η εκπαίδευση και η εκτέλεση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης απαιτεί σημαντικούς υπολογιστικούς πόρους που πολλές φορές περιλαμβάνουν εξειδικευμένους επεξεργαστές και υπερ-υπολογιστές. Τέτοιοι υπολογιστικοί πόροι δεν είναι ακόμα διαθέσιμοι σε ευρεία κλίμακα και έτσι πολλά προβλήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο από οργανισμούς (π.χ. ερευνητικούς φορείς, (υπερ)υπολογιστικά κέντρα) που διαθέτουν τέτοιους πόρους. Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν αρκετοί μεγάλοι πάροχοι υπολογιστών υποδομών που παρέχουν πρόσβαση σε τέτοιους πόρους σε εμπορική βάση. Όμως η πρόσβαση αυτή είναι σχετικά ακριβή, ιδιαίτερα για οργανισμούς με περιορισμένες οικονομικές δυνατότητες όπως Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις

και Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις. Η ευρύτερη ανάπτυξη και διάθεση υπολογιστικών υποδομών για τεχνητή νοημοσύνη στο πλαίσιο της οικονομίας των δεδομένων θα επιταχύνει την υιοθέτηση και χρήση τεχνητής νοημοσύνης από εταιρίες, κράτη και οργανισμούς όλων των ειδών.

- **Εμπιστευτικότητα και Προστασία Προσωπικών Δεδομένων:** Η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων εγείρει πολλά ζητήματα εμπιστευτικότητας και προστασίας προσωπικών δεδομένων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις εφαρμογών που αξιοποιούν ευαίσθητα δεδομένα όπως π.χ. εφαρμογές στο χώρο της υγείας ή των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών. Στο πλαίσιο αυτό υπάρχει η πρόκληση της αξιοποίησης των πλεονεκτημάτων της Τεχνητής Νοημοσύνης χωρίς όμως να παραβιάζονται τα δικαιώματα των πολιτών. Για το σκοπό αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει ένα ισχυρό νομοθετικό και κανονιστικό πλαίσιο που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων το Γενικό Κανονισμό Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων (GDPR - General Data Protection Regulation) και τη Δήλωση 3/2019 σχετικά με τον κανονισμό για την προστασία της ιδιωτικής ζωής στις ηλεκτρονικές επικοινωνίες (e-Privacy Regulation). Εταιρίες και οργανισμοί θα πρέπει να συμμορφώνονται με το Ευρωπαϊκό πλαίσιο προστασίας δεδομένων. Αφ' ενός μεν η συμμόρφωση αυτή είναι υποχρεωτική, και αφ' ετέρου απαραίτητη για τη δημιουργία ενός πλαισίου εμπιστοσύνης μεταξύ των λειτουργών και των χρηστών των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Προς την κατεύθυνση αυτή πρέπει να αναπτυχθούν διαδικασίες, τεχνολογίες και εφαρμοστικά πλαίσια που να διευκολύνουν και να διασφαλίζουν τη συμμόρφωση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι τεχνολογίες ψηφιακής ασφάλειας και προστασίας δεδομένων, που θωρακίζουν τα δεδομένα πολιτών και επιχειρήσεων από κακόβουλες κυβερνο-επιθέσεις ("cyber attacks").
- **Διαφάνεια και Αξιοπιστία των Συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης:** Πολλά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης λειτουργούν ως «μαύρα κουτιά» παράγοντας αποτελέσματα με τρόπο που δεν είναι κατανοητός στους τελικούς χρήστες τους. Αυτό είναι ιδιαίτερα σύνηθες για συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που βασίζονται σε νευρωνικά δίκτυα και τεχνικές βαθιάς μάθησης («deep learning»). Τέτοια μαύρα κουτιά εγείρουν ζητήματα διαφάνειας σε σχέση με τη λειτουργία των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης και καθιστούν δύσκολη την αποδοχή της λειτουργίας και της χρήσης τους από τους τελικούς χρήστες. Για παράδειγμα, ένας πολίτης είναι αρκετά δύσκολο να αποδεχτεί την απόρριψη της αίτησης δανείου του από ένα «ρομποτικό» λογισμικό, χωρίς να γνωρίζει τα κριτήρια που οδήγησαν στην απόφαση απόρριψης. Αντίστοιχα ένας μηχανικός είναι πιθανό να αγνοήσει μια υπόδειξη συντήρησης μιας εγκατάστασης που θα παραχθεί από ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης, αν δεν καταλαβαίνει τους λόγους για τους οποίους δίνεται η σχετική υπόδειξη. Κατά συνέπεια, είναι ανάγκη να αναπτύσσονται συστήματα τεχνητής νοημοσύνης με διαφανή και κατανοητή λειτουργία. Η διαφάνεια αυτή είναι βασικό συστατικό της ηθικής διάστασης της τεχνητής νοημοσύνης, αλλά δεν είναι πάντα δεδομένη. Τα τελευταία χρόνια δίνεται μεγάλη έμφαση στην ανάπτυξη τεχνικών για την επεξήγηση των αποτελεσμάτων των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, στο πλαίσιο ενός κλάδου της τεχνητής νοημοσύνης που χαρακτηρίζεται ως «Εξηγήσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη» (Explainable Artificial Intelligence (XAI)). Τα συστήματα XAI αναμένεται να ενισχύσουν τη διαφάνεια και την αποδοχή των συστημάτων της τεχνητής νοημοσύνης από τους τελικούς χρήστες, διευκολύνοντας έτσι τη μετάβαση από την οικονομία των δεδομένων στην Τεχνητή Νοημοσύνη. Σε σχέση με τις ηθικές πτυχές της Τεχνητής Νοημοσύνης, ειδική ομάδα εμπειρογνομόνων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής έχει πρόσφατα δημοσιεύσει σειρά βασικών αρχών και συστάσεων που θα πρέπει να λαμβάνονται

υπ' όψη, πέρα από τη συμμόρφωση με υποχρεωτικούς κανονισμούς όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων.

- **Έλλειψη Γνώσεων και Οργανωτικών Δομών:** Οι περισσότερες εταιρίες και οργανισμοί δεν διαθέτουν τεχνογνωσία σχετικά με το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Παράλληλα, δεν έχουν επενδύσει σε νέες επιχειρησιακές διαδικασίες που να αξιοποιούν τις δυνατότητες της Τεχνητής Νοημοσύνης. Υπάρχει έτσι ένα σημαντικό γνωστικό και οργανωτικό κενό που εμποδίζει την ταχεία υιοθέτηση νέων αυτοματοποιημένων και αποτελεσματικών διαδικασιών με βάση την Τεχνητή Νοημοσύνη. Η αντιμετώπιση του ζητήματος αυτού απαιτεί επενδύσεις στην εκπαίδευση και δια βίου μάθηση στελεχών, αλλά και στη δημιουργία κατάλληλου οργανωτικού και διοικητικού κεφαλαίου. Εταιρίες, κράτη και οργανισμοί θα πρέπει να επανασχεδιάσουν τις διαδικασίες εκπαίδευσης στελεχών και εργαζομένων τους με γνώμονα τις προοπτικές της τεχνητής νοημοσύνης.
- **Έλλειψη Ταλέντων και Ειδικών στην Τεχνητή Νοημοσύνη:** Παρά την παγκόσμια αποδοχή της σημασίας της Τεχνητής Νοημοσύνης, υπάρχει ακόμα σημαντική έλλειψη ταλέντων και ειδικών στις τεχνολογίες επεξεργασίας δεδομένων και ανάπτυξης μοντέλων μηχανικής μάθησης, αλλά και στο σχεδιασμό και ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Η ανάπτυξη και η προσέλκυση ταλέντων στη διαχείριση δεδομένων, τη στατιστική, τη μηχανική μάθηση και την τεχνητή νοημοσύνη είναι κατά συνέπεια μια από τις βασικότερες προτεραιότητες για κράτη και επιχειρήσεις.
- **Κοινωνικός Αποκλεισμός και Ηθικά Διλλήματα:** Στην πλήρη ανάπτυξη και υιοθέτησή της, η Τεχνητή Νοημοσύνη συνδέεται άμεσα με τεκτονικές αλλαγές στα σημερινά κοινωνικοοικονομικά μοντέλα και κοινωνικά συμβόλαια. Για παράδειγμα οδηγεί σε μετασχηματισμό της εργασίας, εξαλείφοντας ή περιορίζοντας πολλά από τα σημερινά επαγγέλματα, δημιουργώντας ταυτόχρονα ευκαιρίες για νέα. Μειώνει το ρόλο της χειρωνακτικής εργασίας στην οικονομία, αυξάνοντας το ρόλο της οικονομίας της γνώσης και της δημιουργίας. Εγείρει ζητήματα για τη μορφή των μελλοντικών οικονομικών πολιτικών και των πολιτικών κοινωνικής ασφάλισης. Δημιουργεί τις προϋποθέσεις για νέα κοινωνικά συμβόλαια και την αξιοποίηση πολιτικών όπως το Ελάχιστο Εγγυημένο Εισόδημα και η Δια Βίου Μάθηση σε πολύ μεγάλη κλίμακα. Τα ζητήματα αυτά δεν έχουν ακόμα αντιμετωπιστεί. Πολλά κράτη και κυβερνήσεις έχουν δώσει ένα αρχικό περίγραμμα για την αντιμετώπισή τους στο πλαίσιο των εθνικών τους στρατηγικών για την τεχνητή νοημοσύνη. Απαιτείται όμως ακόμα πολύ δουλειά στον πεδίο της διαμόρφωσης κατάλληλων πολιτικών, καθώς και ιδιαίτερη έμφαση στην εξειδίκευσή τους ανά τομέα.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά η οικονομία των δεδομένων δημιουργεί καθημερινά ευκαιρίες σε όλους τους τομείς της οικονομίας και για όλες τις δραστηριότητες των σύγχρονων οργανισμών. Η ικανότητα επιχειρήσεων και οργανισμών να συλλέγουν, να επεξεργάζονται και να αξιοποιούν δεδομένα σε μεγάλη κλίμακα αποτελεί ήδη βασικό παράγοντα της ανταγωνιστικότητά τους. Ταυτόχρονα αποτελεί προαπαιτούμενο βήμα για την ανάπτυξη και χρήση αποτελεσματικών συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Πολλοί συμπληρώνουν τη ρήση του Clive Humby, σημειώνοντας ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη θα αποτελέσει την οικονομική ατμομηχανή του 21ου αιώνα αξιοποιώντας το

Γ. Σολδάτος

παγκόσμιο οικοσύστημα παραγωγής, διαχείρισης και επεξεργασίας δεδομένων. Είμαστε ακόμα στα αρχικά στάδια αυτού του μετασχηματισμού, αλλά τα πρώτα αποτελέσματα είναι ήδη ορατά.