

Δύο διαφορετικές μηχανές πρόβλεψης



Γεώργιος Π. Χρούσος

15.08.2026 • 19:59

Ο ανθρώπινος νους απεχθάνεται το κενό. Κάθε φορά που η πραγματικότητα μας προσφέρει ελλιπείς πληροφορίες, ο εγκέφαλός μας επιχειρεί σχεδόν αυτόματα να συμπληρώσει ό,τι λείπει. Συμπεραίνει, επάγεται, φαντάζεται και προβλέπει. Αυτή η ικανότητα υπήρξε ένα από τα σημαντικότερα εξελικτικά πλεονεκτήματα του ανθρώπου. Χωρίς αυτήν, οι πρόγονοί μας δεν θα μπορούσαν να προβλέψουν την κίνηση του θηράματος, τις προθέσεις των αντιπάλων, την έλευση μιας καταιγίδας ή τις συνέπειες μιας απόφασης. Η νοημοσύνη, σε μεγάλο βαθμό, είναι η τέχνη της καλύτερης δυνατής εικασίας όταν τα δεδομένα είναι ατελή.

Με ανάλογο τρόπο λειτουργούν και τα σύγχρονα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (LLMs). Λαμβάνοντας μια ακολουθία λέξεων, προβλέπουν την πιθανότερη συνέχεια, με βάση τα πρότυπα που έχουν μάθει από τεράστιους όγκους ανθρώπινης γλώσσας. Παρότι ο βιολογικός νευρώνας και ο τεχνητός μετασχηματιστής διαφέρουν ριζικά ως προς τη δομή τους, μοιράζονται μια θεμελιώδη υπολογιστική αρχή: την πρόβλεψη μέσω συμπλήρωσης των κενών.

Η συμπλήρωση των κενών είναι η φυσιολογική λειτουργία κάθε νοήμονος συστήματος. Όταν στηρίζεται σε επαρκή δεδομένα, παράγει ουσιαστική σχέση

με την πραγματικότητα, έχει, δηλαδή, πραγματιστική διορατικότητα. Όταν τα δεδομένα είναι ελλιπή, παράγει εικασίες. Και όταν οι εικασίες διορθώνονται από την πραγματικότητα, γεννιέται η μάθηση. Όταν, όμως, παύουν να διορθώνονται, αρχίζει να αυξάνεται η απόσταση από την πραγματικότητα και δημιουργείται η παθολογία, δηλαδή οι ψευδαισθήσεις (λανθασμένη ερμηνεία υπαρκτού ερεθίσματος), οι παραισθήσεις (αντίληψη χωρίς εξωτερικό ερέθισμα) και τα παραληρήματα (ψευδής, ακλόνητη πεποίθηση).

Η ομοιότητα αυτή μας οδηγεί σε έναν ευρύτερο στοχασμό για τη φύση της ίδιας της νοημοσύνης. Η πραγματικότητα δεν μας προσφέρει σχεδόν ποτέ πλήρη πληροφόρηση. Κάθε παρατήρηση μπορεί να δίνει μερικές, συγκεχυμένες ή και αβέβαιες πληροφορίες. Ο κόσμος μοιάζει με μια πρόταση που δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί. Είτε πρόκειται για ένα γιατρό που προσπαθεί να διαγνώσει έναν ασθενή, είτε για κάποιο φυσικό που ερμηνεύει ένα πείραμα, είτε για έναν άνθρωπο που αποφασίζει αν θα πάρει ομπρέλα πριν βγει από το σπίτι, η σκέψη απαιτεί σχεδόν πάντοτε προσθήκη πληροφοριών που δεν είναι άμεσα διαθέσιμες. Η λογική αποτελεί τον πειθαρχημένο μηχανισμό αυτής της διανοητικής προσθήκης.

Η σύγχρονη γνωσιακή νευροεπιστήμη περιγράφει ολοένα και περισσότερο τον εγκέφαλο ως μια μηχανή πρόβλεψης. Σύμφωνα με τη θεωρία της προβλεπτικής επεξεργασίας, ο εγκέφαλος δημιουργεί συνεχώς εσωτερικά μοντέλα του κόσμου, προβλέπει τι πρόκειται να συμβεί και στη συνέχεια συγκρίνει τις προβλέψεις του με τα αισθητηριακά του δεδομένα. Η γνώση, εν ολίγοις, δεν γεννιέται μόνο από την παρατήρηση, αλλά και από τη συνεχή διόρθωση του σφάλματος πρόβλεψης.

Η ίδια αρχή εξηγεί και τη λειτουργία των μεγάλων γλωσσικών μοντέλων. Κατά την εκπαίδευσή τους απορροφούν γλωσσικές δομές, επιστημονικές γνώσεις, πολιτισμικά πρότυπα και λογικές σχέσεις. Κατά τη χρήση τους δεν «γνωρίζουν» την επόμενη λέξη· υπολογίζουν την πιθανότερη συνέχεια και ανασυνθέτουν το ελλείπον νόημα. Είναι, ουσιαστικά, στατιστικές μηχανές σημασιολογικής συμπλήρωσης. Από αυτή την απλή αρχή αναδύονται πολύπλοκες μορφές συλλογισμού, εξήγησης, δημιουργικότητας και, ενίοτε, εντυπωσιακής επιστημονικής σύνθεσης.

Ψευδαισθήσεις, παραισθήσεις και παραληρήματα στην ανθρώπινη και στην τεχνητή νοημοσύνη.

Κάθε πρόβλεψη, όμως, εμπεριέχει έναν εγγενή κίνδυνο. Όταν τα διαθέσιμα δεδομένα είναι ανεπαρκή, κάθε σύστημα πρόβλεψης στηρίζεται περισσότερο στις υπάρχουσες εσωτερικές παραδοχές του. Στον άνθρωπο, αυτές ονομάζονται διαίσθηση, προσδοκίες ή πεποιθήσεις· στην τεχνητή νοημοσύνη κατανομές πιθανοτήτων. Όσο καλύτερα είναι βαθμονομημένες, τόσο ακριβέστερες είναι οι προβλέψεις. Όταν η βαθμονόμηση χαθεί, τόσο ο βιολογικός όσο και ο τεχνητός νους αρχίζουν να απομακρύνονται από την πραγματικότητα. Σε αυτό το σημείο γεννιούνται οι ψευδαισθήσεις, οι παραισθήσεις και τα παραληρήματα.

Στον άνθρωπο, η ίδια γνωσιακή διαδικασία που επιτρέπει τη διορατικότητα μπορεί να οδηγήσει και σε εσφαλμένη αντίληψη, δηλαδή σε ψευδαίσθηση ή παραίσθηση. Βλέπουμε πρότυπα εκεί όπου υπάρχει τυχαιότητα, θυμόμαστε γεγονότα που ουδέποτε συνέβησαν ή αποδίδουμε προθέσεις εκεί όπου δεν υπάρχουν. Στις σοβαρότερες ψυχιατρικές ή νευρολογικές διαταραχές, οι εσωτερικές προβλέψεις υπερισχύουν των αισθητηριακών δεδομένων.

Ανάλογα, τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα, όταν δεν διαθέτουν επαρκείς πληροφορίες ή πιέζονται να απαντήσουν πέρα από τα όρια της γνώσης τους, συνεχίζουν να παράγουν λεκτικά άψογες αλλά πραγματολογικά αβάσιμες αφηγήσεις. Επινόουν βιβλιογραφικές αναφορές, γεγονότα ή λογικοφανείς αλλά ψευδείς ιστορίες. Οι λεγόμενες hallucinations των LLMs μοιάζουν, μάλιστα, περισσότερο με το ανθρώπινο «παραλήρημα» παρά με την αισθητηριακή ψευδαίσθηση ή παραίσθηση, διότι το πρόβλημα δεν έχει να κάνει με την αντίληψη αλλά με αποτυχία αναθεώρησης μιας λανθασμένης υπόθεσης. Η ψευδαίσθηση και η παραίσθηση αποτελούν αποτυχία της αντίληψης. Το παραλήρημα αποτελεί αποτυχία της αναθεώρησης των πεποιθήσεων. Στην πρώτη περίπτωση, ο εγκέφαλος διορθώνει όταν εμφανιστούν περισσότερα δεδομένα. Στη δεύτερη, τα νέα δεδομένα παύουν να έχουν δύναμη.

Τελικά, η ουσία της νοημοσύνης δεν είναι η εξάλειψη της αβεβαιότητας αλλά η πειθαρχημένη διαχείρισή της. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος και τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα είναι, στην ουσία τους, μηχανές πρόβλεψης που επιχειρούν

να ολοκληρώσουν τις ανολοκλήρωτες προτάσεις της πραγματικότητας. Και η σοφία δεν συνίσταται στο να μην εικάζουμε ποτέ, αλλά στο να γνωρίζουμε πότε οι εικασίες μας στηρίζονται επαρκώς στα δεδομένα και πότε το κενό παραμένει ακόμη πολύ μεγάλο για να συμπληρωθεί με βεβαιότητα. Όταν η πρόβλεψη υπακούει στα δεδομένα, γεννιέται η γνώση. Όταν τα δεδομένα υποτάσσονται στην πρόβλεψη, γεννιέται το παραλήρημα. Και όταν η πρόβλεψη υπηρετεί ταυτόχρονα την αλήθεια, την προσαρμογή και τη διαρκή αυτοδιόρθωση, τότε γεννιέται η σοφία.

**Ο κ. Γεώργιος Π. Χρούσος είναι ακαδημαϊκός, ομότιμος καθηγητής Παιδιατρικής και Ενδοκρινολογίας, επικεφαλής της Εδρας UNESCO Εφηβικής Υγείας και Ιατρικής, ΕΚΠΑ, πρόεδρος του Ελληνικού Ινστιτούτου Pasteur.*