

**Εκπαιδευτική Ενσωμάτωση βασικών όρων και Αλγορίθμων
της Επιστήμης των Υπολογιστών στη διαδικασία διδασκαλίας:
Προσαρμογή σε λειτουργικά πεδία της καθημερινότητας
των μαθητών**

**Integration of basic terms and Algorithms of Computer Science in
the teaching process: Adaptation to functional fields of students'
daily life**

Μεταξούδης Ελευθέριος - Metaxoudis Eleftherios

*Εκπαιδευτικός Π86, Διδάκτωρ Π.Τ.Δ.Ε., Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης -
Computer Science Lecturer, Ph.D. P.D.P.E., Democritus University of Thrace*

emetaxou@eled.duth.gr

Περίληψη

Η παρούσα ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση των βασικών όρων και αλγορίθμων της Επιστήμης των Υπολογιστών στη διαδικασία διδασκαλίας, με έμφαση στην εφαρμογή τους σε πρακτικά σενάρια και συνηθισμένες καθημερινές δραστηριότητες των μαθητών. Αναλύονται τα βασικά πεδία της επιστήμης των υπολογιστών, όπως οι αλγοριθμικές δομές των αποφάσεων, οι στοίβες, η ταξινόμηση, η συνεργατική ταξινόμηση, οι συσχετίσεις, τα νευρωνικά δίκτυα και η εφαρμογή τους σε πρακτικά παραδείγματα.

Η εργασία συμπεριλαμβάνει ένα ερωτηματολόγιο το οποίο αξιολογεί την κατανόηση των μαθητών σχετικά με τους υπολογιστικούς όρους. Οι απαντήσεις τους συγκρίνονται με αυτές της τεχνητής νοημοσύνης, ενώ για την τεκμηρίωση χρησιμοποιούνται έννοιες από τη Γλωσσολογία και την Υπολογιστική Γλωσσολογία. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιείται στην εργασία συμπεριλαμβάνει ερωτήσεις σε πρακτικά προβλήματα που απαιτούν τη χρήση αλγοριθμικής σκέψης και οργάνωσης. Οι μαθητές απάντησαν σε ερωτήσεις που αφορούσαν την ταξινόμηση αντικειμένων, την οργάνωση χρόνου, την αναζήτηση και την αποφυγή παρερμηνειών σε συγκεκριμένα σενάρια.

Συνοπτικά, η εργασία αυτή προσφέρει μια προσέγγιση της διδασκαλίας της Επιστήμης των Υπολογιστών που επικεντρώνεται στην εφαρμογή αλγοριθμικών δομών σε πρακτικά προβλήματα, με σκοπό την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης και της αντίληψης της σημασίας της στην καθημερινή ζωή. Υπογραμμίζει τη σημασία της ενσωμάτωσης της ΕΥ στη διδασκαλία με τρόπο ολιστικό και ρεαλιστικό. Η αξιολόγηση με ερωτηματολόγιο και τεχνητή νοημοσύνη προσφέρει νέες δυνατότητες για την βελτιστοποίηση της μαθησιακής εμπειρίας.

Λέξεις-κλειδιά: Υπολογιστική εκπαίδευση, Αλγοριθμική σκέψη, Εφαρμοσμένη Επιστήμη των Υπολογιστών

Abstract

This research work focuses on the integration of the basic terms and algorithms of Computer Science in the teaching process, with an emphasis on their application in practical scenarios and ordinary daily activities of students. Basic areas of computer science such as algorithmic decision structures, stacks, classification, cooperative classification, correlations, neural networks and their application to practical examples are analyzed.

The assignment includes a questionnaire that assesses students' understanding of computing terms. Their answers are compared to those of artificial intelligence, while concepts from Linguistics and Computational Linguistics are used for documentation. The questionnaire used in the assignment includes questions on practical problems that require the use of algorithmic thinking and organization. Students have answered questions about sorting objects, organizing time, searching and avoiding misinterpretations in specific scenarios.

In summary, this paper offers an approach to teaching Computer Science that focuses on the application of algorithmic structures to practical problems, with the aim of developing computational thinking and understanding its importance in everyday life. It highlights the importance of integrating HE into teaching in a holistic and realistic way. Questionnaire assessment and artificial intelligence offer new possibilities to optimize the learning experience.

Keywords: Computational education, Algorithmic thinking, Applied Computer Science

Εισαγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να αλλάξει δραστικά τον τρόπο που μαθαίνουμε και καταρτιζόμαστε, προσφέροντας προσαρμοσμένες και διαδραστικές εκπαιδευτικές εμπειρίες. Οι εφαρμογές της Artificial Intelligence (πλέον AI) στην εκπαίδευση είναι πολυάριθμες και ποικίλες. Από την εξατομικευμένη γλωσσική εκμάθηση μέχρι τις προσομοιώσεις για πρακτική κατάρτιση, η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει εργαλεία που ενισχύουν τη μάθηση και επιτρέπουν την εξερεύνηση νέων τομέων.

Το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση αναμένεται να είναι λαμπρό, καθώς η συνεχής εξέλιξη και βελτίωση των AI εργαλείων προσφέρει δυνατότητες για πιο αποτελεσματική και διαδραστική εκπαίδευση. Η ενσωμάτωση και προσαρμογή αυτών των εργαλείων θα δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για μαθητές και εκπαιδευτικούς. Επιπλέον, η συνεργασία ανθρώπου-μηχανής θα ενισχύσει την ανθρώπινη διδασκαλία, οδηγώντας σε μια πιο ολοκληρωμένη και πλουραλιστική προσέγγιση στη μάθηση. Αυτή η συνεργασία θα συμβάλλει στη δημιουργία εκπαιδευτικών εμπειριών που είναι προσαρμοσμένες στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, προσφέροντας παράλληλα καινοτόμες μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης.

Η τεχνητή νοημοσύνη (πλέον TN) έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουμε και καταρτιζόμαστε, προσφέροντας προσαρμοσμένες και διαδραστικές εκπαιδευτικές εμπειρίες. Οι εφαρμογές της TN στην καθημερινή ζωή είναι ποικίλες και ποιοτικά διαφορετικές, από την αποτελεσματική διαχείριση ιστορικών περιήγησης έως τη βελτίωση των εργαλείων μετάφρασης. Συγκεκριμένα, τεχνικές και αλγόριθμοι της TN ενσωματώνονται σε πολλές πτυχές της καθημερινότητας και επιλύουν σύνθετα προβλήματα με σύγχρονες λύσεις.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της εφαρμογής της TN είναι η χρήση στοιβών (stacks) στη διαχείριση ιστορικού περιήγησης σε ιστοσελίδες. Κάθε φορά που ο χρήστης επισκέπτεται

μια νέα σελίδα, η διεύθυνση αποθηκεύεται στη στοίβα, επιτρέποντας την ανακάλυψη της τελευταίας επισκεφθείσας σελίδας με το πάτημα του κουμπιού 'πίσω'. Αυτή η προσέγγιση όχι μόνο απλοποιεί την πλοήγηση αλλά και ενσωματώνει ουσιαστικά τις βασικές αρχές της TN στη βελτίωση της εμπειρίας χρήστη.

Η ταξινόμηση (sorting) είναι άλλη μια εφαρμογή της TN που έχει ευρύ πεδίο εφαρμογής, όπως στην οργάνωση email με βάση την ημερομηνία ή τον αποστολέα. Αυτή η διαδικασία βοηθά τους χρήστες να βρουν γρήγορα και αποδοτικά την επιθυμητή πληροφορία, επιταχύνοντας την πρόσβαση σε δεδομένα και μειώνοντας το χρόνο αναζήτησης.

Η συνεργατική ταξινόμηση επεκτείνει αυτή την έννοια σε συστήματα προτάσεων, όπου οι προτιμήσεις πολλαπλών χρηστών συνδυάζονται για να προτείνουν ταινίες ή μουσική. Αυτός ο συνδυασμός προτιμήσεων χρησιμοποιεί αλγορίθμους της TN για να ενισχύσει την προσωπική εμπειρία των χρηστών, παρέχοντας προτάσεις που βασίζονται σε συλλογικές προτιμήσεις.

Η εφαρμογή των νευρωνικών δικτύων είναι εμφανής στην αναγνώριση προσώπων σε κάμερες ασφαλείας ή κινητά τηλέφωνα. Τα νευρωνικά δίκτυα, εμπνευσμένα από τις νευρωνικές δομές του ανθρώπινου εγκεφάλου, χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και αναγνώριση προσώπων, ενισχύοντας την ασφάλεια και τη βελτίωση της προσωπικής εμπειρίας.

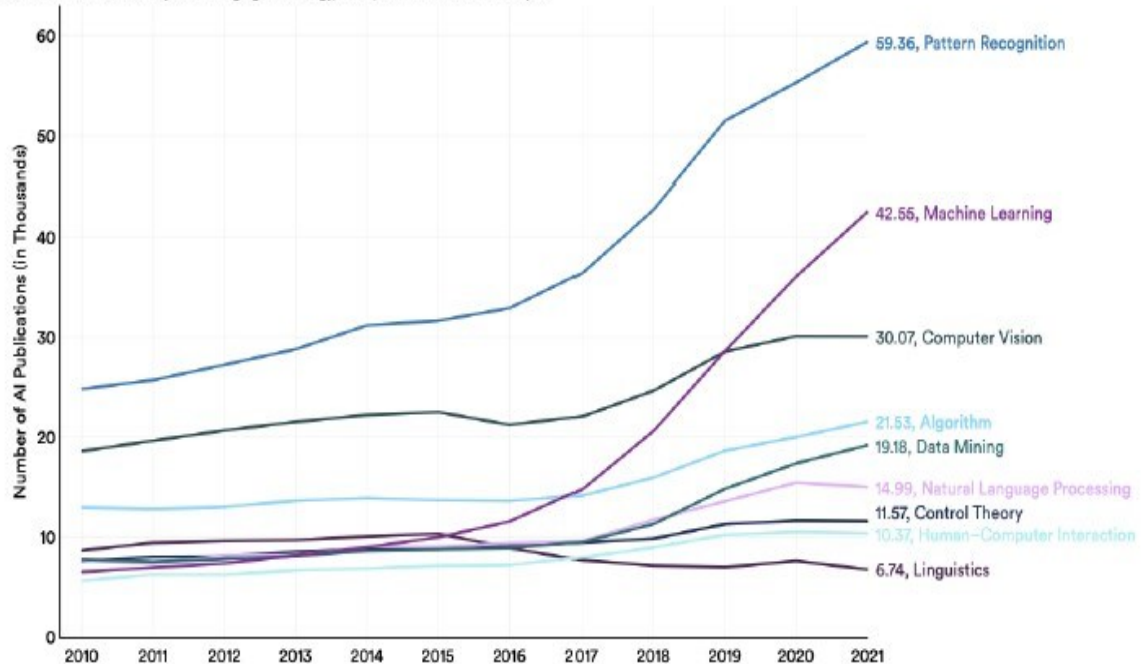
Η υπολογιστική γλωσσολογία και τα Large Language Models (LLM) βελτιώνουν τα εργαλεία μετάφρασης και τη δημιουργία βοηθών φωνητικής αναζήτησης, οι οποίοι κατανοούν και απαντούν στη φυσική γλώσσα. Αυτές οι τεχνολογίες ενισχύουν την επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων και μηχανών, διευκολύνοντας την καθημερινή αλληλεπίδραση και την πρόσβαση σε πληροφορίες.

Το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση αναμένεται να είναι λαμπρό, καθώς η συνεχής εξέλιξη και βελτίωση των εργαλείων TN προσφέρει δυνατότητες για πιο αποτελεσματική και διαδραστική εκπαίδευση. Η ενσωμάτωση αυτών των εργαλείων δημιουργεί νέες ευκαιρίες για μαθητές και εκπαιδευτικούς, προάγοντας τη συνεργασία ανθρώπου-μηχανής. Αυτή η συνεργασία θα συμβάλλει στη δημιουργία εκπαιδευτικών εμπειριών που είναι προσαρμοσμένες στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, προσφέροντας παράλληλα καινοτόμες μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης.

Τα τελευταία 15 χρόνια, η ερευνητική προσπάθεια στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης (TN) έχει ενταθεί σημαντικά, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, αντανακλώντας την αυξανόμενη σημασία και εφαρμογή της στον σύγχρονο κόσμο. Στις ποσοτικές πλευρές, παρατηρείται μια εκρηκτική αύξηση στις δημοσιεύσεις και ερευνητικά έργα, με περισσότερες από 150.000 άρθρα που σχετίζονται με την TN να έχουν καταγραφεί σε διεθνή ακαδημαϊκά περιοδικά και συνέδρια κατά την τελευταία δεκαπενταετία (Joulin *et al.*, 2017; LeCun, Bengio, & Hinton, 2015). Ποιοτικά, η έρευνα έχει προχωρήσει σε προηγμένες εφαρμογές, όπως η αναγνώριση προσώπων μέσω νευρωνικών δικτύων και η ανάπτυξη μεγάλων γλωσσικών μοντέλων που ενισχύουν τη φυσική γλώσσα, γεγονός που ενισχύει την επικοινωνία ανθρώπων και μηχανών (Vaswani *et al.*, 2017; Devlin *et al.*, 2019). Αυτή η πρόοδος αποδεικνύει τη δυναμική εξέλιξη της TN και την ισχυρή ερευνητική δέσμευση για την ενσωμάτωσή της σε ποικίλους τομείς εφαρμογής, υπογραμμίζοντας την ευρύτητα και την βάθος της αναπτυσσόμενης επιστημονικής γνώσης στον τομέα.

Number of AI Publications by Field of Study (Excluding Other AI), 2010–21

Source: Center for Security and Emerging Technology, 2022 | Chart: 2023 AI Index Report



Εικόνα 1: Number of AI Publications by field of study, 2010-21

1. Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η αλγοριθμική σκέψη αποτελεί τη διαδικασία ανάλυσης προβλημάτων και εξεύρεσης συστηματικών λύσεων μέσω αλγορίθμων. Οι αλγόριθμοι, ως συγκεκριμένες ακολουθίες βημάτων, επιτρέπουν την επίλυση σύνθετων προβλημάτων με σαφή και μεθοδικό τρόπο. Αυτή η διαδικασία όχι μόνο επιλύει το πρόβλημα αλλά και συμβάλλει στην κατανόηση της δομής του, καθιστώντας την αλγοριθμική σκέψη θεμελιώδη για την ανάπτυξη λογικών και αναλυτικών δεξιοτήτων.

Η σημασία της αλγοριθμικής σκέψης στην εκπαίδευση είναι κρίσιμη, καθώς προάγει την ανάπτυξη δεξιοτήτων λογικής, κριτικής σκέψης και προβληματο-λύσης. Μέσω της αλγοριθμικής σκέψης, οι μαθητές μαθαίνουν να διασπούν τα προβλήματα σε μικρότερα, διαχειρίσιμα μέρη και να εφαρμόζουν συστηματικές μεθόδους για την επίλυσή τους. Αυτή η δεξιότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική στην επιστήμη των υπολογιστών, όπου η ικανότητα ανάπτυξης αλγορίθμων και προγραμμάτων αποτελεί κεντρική απαίτηση.

Δύο σημαντικές προσωπικότητες στην εξέλιξη της αλγοριθμικής σκέψης και της εκπαίδευσης στην επιστήμη των υπολογιστών είναι οι Seymour Papert και Jean Piaget. Ο Papert είναι γνωστός για την ανάπτυξη της θεωρίας του "Constructionism", η οποία υποστηρίζει ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν κατασκευάζουν ένα αντικείμενο που είναι σημαντικό για αυτούς (Papert, 1980). Αυτή η προσέγγιση έχει εφαρμοστεί επιτυχώς μέσω της ρομποτικής και της προγραμματισμένης μάθησης, όπου οι μαθητές μαθαίνουν μέσω της δημιουργίας και του πειραματισμού. Από την άλλη πλευρά, ο Piaget, με τη θεωρία του "Genetic Epistemology", εξέτασε την εξέλιξη της γνωστικής δομής από την παιδική ηλικία (Piaget, 1952). Η εργασία του Piaget έχει μεγάλη επίδραση στην

εκπαίδευση, καθώς η αναγνώριση των σταδίων γνωστικής ανάπτυξης βοηθά τους εκπαιδευτικούς να προσαρμόσουν τη διδασκαλία τους ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες των μαθητών.

Οι θεωρίες του Papert και του Piaget παρέχουν τη βάση για διάφορες μεθοδολογίες εκπαίδευσης στην επιστήμη των υπολογιστών. Η θεωρία του Papert τονίζει ότι η μάθηση είναι πιο αποτελεσματική όταν οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στην κατασκευή αντικειμένων που είναι σημαντικά για αυτούς (Papert, 1980). Μέσω της χρήσης εργαλείων όπως οι ρομποτικές πλατφόρμες και τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους στην επιστήμη των υπολογιστών και να κατανοήσουν βαθύτερα τις αρχές της αλγοριθμικής σκέψης. Από την άλλη, η θεωρία του Piaget εξετάζει πώς οι μαθητές αναπτύσσουν τις γνωστικές τους ικανότητες μέσα από διαφορετικά στάδια της ζωής τους (Piaget, 1952). Στην εκπαίδευση της επιστήμης των υπολογιστών, αυτό σημαίνει ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την ηλικία και το στάδιο ανάπτυξης των μαθητών κατά την εκμάθηση νέων εννοιών, διασφαλίζοντας ότι η διδασκαλία είναι κατάλληλα προσαρμοσμένη στις γνωστικές τους δυνατότητες.

Συμπερασματικά, η αλγοριθμική σκέψη και οι μεθοδολογίες εκπαίδευσης στην επιστήμη των υπολογιστών είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη δεξιοτήτων λογικής, κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων. Οι θεωρίες των Seymour Papert και Jean Piaget παρέχουν ισχυρά θεωρητικά θεμέλια που ενισχύουν τη διδασκαλία και τη μάθηση στην επιστήμη των υπολογιστών, προσφέροντας πρακτικές εφαρμογές που βελτιώνουν την εκπαίδευση και υποστηρίζουν την ανάπτυξη των μαθητών.

1.1. Επισκόπηση βασικών αλγοριθμικών δομών

1.1.1. Βασικές Αλγοριθμικές Δομές και Ταξινόμηση

Στην επιστήμη των υπολογιστών, οι δομές δεδομένων και οι αλγόριθμοι ταξινόμησης παίζουν κρίσιμο ρόλο στην επίλυση προβλημάτων και στη διαχείριση δεδομένων. Οι στοίβες (stacks) αποτελούν μια θεμελιώδη δομή δεδομένων που λειτουργεί με βάση την αρχή LIFO (Last In, First Out). Αυτό σημαίνει ότι το τελευταίο στοιχείο που εισάγεται στη στοίβα είναι το πρώτο που εξάγεται. Οι στοίβες χρησιμοποιούνται ευρέως για την υλοποίηση αναδρομικών κλήσεων, τον έλεγχο προγράμματος κατά την εκτέλεση, και την αναστροφή στοιχείων (Sedgewick & Wayne, 2011).

Από την άλλη πλευρά, η ταξινόμηση (sorting) αναφέρεται στη διαδικασία διατάξεως των στοιχείων σε μια λίστα ή πίνακα σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο κριτήριο σύγκρισης. Οι αλγόριθμοι ταξινόμησης είναι κρίσιμοι για την αποδοτική αναζήτηση και διαχείριση δεδομένων. Κάποια παραδείγματα δημοφιλών αλγορίθμων ταξινόμησης περιλαμβάνουν τον QuickSort, τον MergeSort και τον BubbleSort, οι οποίοι διαφοροποιούνται ως προς την αποδοτικότητα και την πολυπλοκότητά τους (Cormen *et al.*, 2009).

Μια πιο σύγχρονη προσέγγιση στην ταξινόμηση είναι η συνεργατική ταξινόμηση (collaborative sorting), μια τεχνική όπου οι αλγόριθμοι λαμβάνουν υπόψη πληροφορίες από πολλαπλές πηγές ή παράγοντες για να βελτιώσουν την ταξινόμηση. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιβάλλοντα όπου οι προτιμήσεις ή οι απόψεις πολλών χρηστών πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η συνεργατική ταξινόμηση χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση της ταξινόμησης δεδομένων όταν οι αποφάσεις δεν εξαρτώνται μόνο από

ένα μοναδικό κριτήριο αλλά από πολλές παραμέτρους που συνεισφέρουν στη συνολική ταξινόμηση (Koren, 2008).

Η συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνικών και μεθόδων προσφέρει ισχυρά εργαλεία για τη διαχείριση δεδομένων και την ανάπτυξη αποδοτικών λύσεων για προβλήματα ποικίλης πολυπλοκότητας.

1.1.1.1. Αρχές και Μέθοδοι Ταξινόμησης: από την Κατανόηση στην Εφαρμογή

Ένας από τους λόγους για τους οποίους ταξινομούνται τα πράγματα είναι για να μπορούν να παρουσιαστούν σε μορφή χρήσιμη για τα ανθρώπινα μάτια, πράγμα που σημαίνει ότι η ταξινόμηση είναι βασική και για την πρόσληψη της πληροφορίας από τον άνθρωπο. Οι ταξινομημένες λίστες είναι πανταχού παρούσες, σε βαθμό που-όπως το ψάρι που ρωτάει "Τι είναι το νερό;"- θα πρέπει να καταλάβουμε τη συνειδητή προσπάθεια για να τις διακρίνουμε (Cormen *et al.*, 2009). Και τότε τις διακρίνουμε παντού.

Από αυτό θα μπορούσαμε ίσως να συμπεράνουμε ότι για να ελαχιστοποιήσουμε την ταλαιπωρία και το βάσανο της ταξινόμησης αρκεί να ελαχιστοποιήσουμε το πλήθος των πραγμάτων που πρέπει να ταξινομήσουμε (Knuth, 1998). Πράγματι, έτσι είναι: ένα από τα καλύτερα προληπτικά μέτρα κατά της υπολογιστικής δυσκολίας της ταξινόμησης των καλτσών μας είναι να βάζουμε συχνότερα πλυντήριο. Βάζοντας πλυντήριο τρεις φορές συχνότερα, φέρ' ειπείν, μπορούμε να μειώσουμε την επιβάρυνση της ταξινόμησης στο ένα ένατο (Goldin & McClintock, 1979).

Φανταστείτε ότι θέλουμε να ταξινομήσουμε κατά αλφαβητική σειρά την αταξινόμητη συλλογή των βιβλίων μας. Μια δυική προσέγγιση θα ήταν απλώς να διατρέξουμε το ράφι αναζητώντας μη σωστά διατεταγμένα ζεύγη –Ε.Α.Ποε πριν από Β.Γουλφ, για παράδειγμα- και να αντιμεταθέσουμε. Να τοποθετήσουμε τη Γουλφ πριν από τον Ποε, και να συνεχίσουμε να διατρέχουμε το ράφι, ξαναρχίζοντας από την αρχή του ραφιού κάθε φορά που φτάνουμε στο τέλος του. Εκείνη τη φορά που θα διατρέξουμε όλα τα βιβλία χωρίς να βρούμε κανένα μη σωστά διατεταγμένο ζεύγος, θα ξέρουμε ότι έχουμε ολοκληρώσει την ταξινόμηση.

Αυτή είναι η ταξινόμηση φυσαλίδας, που μας προσγειώνει στον τετραγωνικό χρόνο. Υπάρχουν η μη σωστά διατεταγμένα βιβλία, και κάθε φορά που διατρέχουμε το ράφι μπορούμε να μετακινήσουμε το καθένα το πολύ κατά μια θέση. (Εντοπίζουμε ένα μικρό πρόβλημα και κάνουμε μια μικρή διόρθωση.) Έτσι, στη χειρότερη περίπτωση, όπου τα βιβλία στο ράφι είναι ταξινομημένα κατά αντίστροφη σειρά, θα χρειαστεί να μετακινήσουμε τουλάχιστον ένα (1) βιβλίο κατά η θέσεις. Επομένως, έχουμε εν μέγιστον η διελεύσεις. Ωστόσο, η χρήση της τεχνικής του τετραγωνικού όρου $O(n^2)$ μπορεί γρηγορά να γίνει τρομακτική (Sedgewick & Wayne, 2011). Για παράδειγμα, σημαίνει ότι για να ταξινομήσουμε πέντε ράφια με βιβλία δεν θα χρειαστούμε πενταπλάσιο χρόνο από εκείνον που απαιτείται για το ένα ράφι, αλλά εικοσιπενταπλάσιο.

Είναι δυνατόν να βρούμε μια μέθοδο ταξινόμησης σταθερού χρόνου, $O(1)$, δηλαδή μια μέθοδο που να μπορεί να ταξινομήσει μια λίστα οποιουδήποτε μεγέθους στον ίδιο χρόνο; Μα σε σταθερό χρόνο δεν μπορούμε ούτε καν να επιβεβαιώσουμε ότι ένα ράφι με η βιβλία είναι ταξινομημένο. Η ταξινόμηση των βιβλίων σε σταθερό χρόνο θα πρέπει να αποκλειστεί (Weiss, 2012).

Μήπως υπάρχει κάποια ταξινόμηση γραμμικού χρόνου, $O(n)$, τόσο αποδοτική, όπου ο διπλασιασμός του αριθμού των αντικειμένων προς ταξινόμηση απλώς διπλασιάζει τον όγκο της δουλειάς; Ταξινόμηση γραμμικού χρόνου σημαίνει να ασχοληθούμε με κάθε βιβλίο για σταθερό χρόνο ανεξάρτητα από τον αριθμό των άλλων βιβλίων ανάμεσα στα οποία πρέπει να τοποθετήσουμε (Goldin & McClintock, 1979). Φαίνεται μάλλον ανέφικτο. Αλλά, αυστηρά μιλώντας, το γεγονός αυτό δεν εξαντλεί το ζήτημα της ταξινόμησης των βιβλίων. Κι αυτό διότι μερικές φορές μπορούμε να κάνουμε την ταξινόμηση χωρίς να συγκρίνουμε καθόλου τα αντικείμενα μεταξύ τους. Συνδυάζοντας αυτές τις δυο αρχές, μπορούμε να κάνουμε πρακτικά χρήσιμες ταξινομήσεις σε χρόνο μικρότερο από γραμμικό.

Όπως διδάσκονται οι προπτυχιακοί φοιτητές, ολόκληρη η επιστήμη υπολογιστών αφορά το "ισοζύγιο" μεταξύ αντικρουόμενων παραγόντων (Bentley, 2000). Για το πρόβλημα της ταξινόμησης, η ισορροπία είναι ανάμεσα στην προσπάθεια της ταξινόμησης και στην προσπάθεια της αναζήτησης.

Οι παλιοί κώδικες έλεγαν ότι οι προγραμματιστές έπρεπε να γράφουν συχνά μικρά προγράμματα για να κάνουν την ταξινόμηση των δεδομένων τους σε περίπτωση που αυτά έπρεπε να ταξινομηθούν, καθώς οι υπολογιστές της εποχής ήταν πολύ πιο αργοί. Σήμερα, οι ταξινομήσεις γίνονται πολύ πιο γρήγορα, ακόμα και για μεγάλα σύνολα δεδομένων, χάρη στις προόδους στην υπολογιστική ισχύ και τις αποδοτικές υλοποιήσεις αλγορίθμων ταξινόμησης.

Είναι ενδιαφέρον ότι ενώ η αποδοτική ταξινόμηση είναι συνήθως απαραίτητη για να γίνουν πιο γρήγορα οι αναζητήσεις, υπάρχουν περιπτώσεις όπου η ταξινόμηση μπορεί να παραληφθεί ή να ελαχιστοποιηθεί. Σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να είναι πιο αποδοτικό να κάνουμε απευθείας αναζήτηση, όπως με γραμμική αναζήτηση, αντί να ξοδέψουμε χρόνο για να ταξινομήσουμε πρώτα (Weiss, 2012).

Στην επιστήμη των υπολογιστών και στη βιομηχανία τεχνολογίας, οι αλγόριθμοι ταξινόμησης παραμένουν ένα από τα πιο συχνά μελετημένα και χρησιμοποιούμενα εργαλεία για την οργάνωση και την επεξεργασία δεδομένων. Οι πιο γνωστοί αλγόριθμοι περιλαμβάνουν την ταξινόμηση με φυσαλίδες, την ενθετική ταξινόμηση, την ταξινόμηση συγχώνευσης και την ταξινόμηση γρήγορης ταξινόμησης. Αυτοί οι αλγόριθμοι παρέχουν διαφορετικές ισορροπίες ανάμεσα στην πολυπλοκότητα και την ταχύτητα, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής.

Συμπερασματικά, η διαδικασία της ταξινόμησης είναι ουσιώδης για την αποδοτική διαχείριση και ανάκτηση δεδομένων. Η κατανόηση των διαφόρων μεθόδων ταξινόμησης και η εφαρμογή τους ανάλογα με τις ανάγκες μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την οργάνωση και την ανάκτηση δεδομένων στην καθημερινή ζωή και την εργασία.

1.1.2. Νευρωνικά Δίκτυα και Υπολογιστική Γλωσσολογία

Στην σύγχρονη εποχή της τεχνητής νοημοσύνης, η κατανόηση και η εφαρμογή διαφόρων τεχνολογιών είναι ζωτικής σημασίας. Τα νευρωνικά δίκτυα, για παράδειγμα, είναι μοντέλα υπολογιστικής μάθησης που έχουν εμπνευστεί από τις νευρωνικές δομές του ανθρώπινου εγκεφάλου. Αυτά τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για την εκμάθηση περίπλοκων μοτίβων και σχέσεων, διευκολύνοντας την αναγνώριση εικόνας, την ανάλυση φωνής, και τις προβλέψεις αγοράς (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Τα νευρωνικά δίκτυα ενσωματώνουν μηχανισμούς που προσομοιώνουν τον τρόπο που ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται και αναλύει δεδομένα, καθιστώντας τα εξαιρετικά χρήσιμα σε διάφορους τομείς.

Η υπολογιστική γλωσσολογία αποτελεί έναν άλλο τομέα που αξιοποιεί τις προηγμένες τεχνολογίες για την κατανόηση της γλώσσας. Ο τομέας αυτός εστιάζει στη μελέτη της γλωσσικής ποικιλίας, αναλύοντας διαλέκτους και γλωσσικές εκφράσεις σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Jurafsky & Martin, 2021). Επίσης, περιλαμβάνει την ανάπτυξη γλωσσικών πόρων, όπως βάσεις δεδομένων και εργαλεία που παρέχουν πληροφορίες για τις γλώσσες, όπως λεξικά, συντακτικές και σημασιολογικές βάσεις (Manning & Schütze, 1999). Τα σημασιολογικά δίκτυα είναι δομές που διευκολύνουν την κατανόηση των σχέσεων μεταξύ γλωσσικών εννοιών, ενισχύοντας έτσι την ικανότητα των υπολογιστών να κατανοούν και να επεξεργάζονται γλωσσικές πληροφορίες.

Τα Large Language Models (LLMs) αποτελούν μια εξέλιξη στον τομέα της υπολογιστικής γλωσσολογίας. Ορισμένα από τα μεγαλύτερα μοντέλα μηχανικής μάθησης, τα LLMs, εκπαιδεύονται σε τεράστιες βάσεις δεδομένων κειμένου για να παράγουν κείμενο που μοιάζει φυσικό (Vaswani *et al.*, 2017). Αυτά τα μοντέλα έχουν ευρείες εφαρμογές, όπως η αυτόματη μετάφραση, η αναγνώριση φωνής, και η παραγωγή κειμένου, προσφέροντας αναβαθμισμένες δυνατότητες αλληλεπίδρασης και κατανόησης γλώσσας.

Η ενοποίηση αυτών των τεχνολογιών καταδεικνύει τη σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ υπολογιστικής μάθησης και γλωσσολογίας, και επισημαίνει την ανάγκη για συνεχή ανάπτυξη και βελτίωση των εργαλείων και μεθόδων που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους τομείς.

1.1.2.1. Σημασιολογικοί και Μορφοσυντακτικοί Κανόνες στη Φυσική Γλώσσα και τις Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης

Στη σύγχρονη εποχή της τεχνητής νοημοσύνης, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (ΕΦΓ) βασίζεται σε περίπλοκες δομές και κανόνες για την κατανόηση και ανάλυση της ανθρώπινης γλώσσας. Οι σημασιολογικοί κανόνες, οι οποίοι παρέχουν πληροφορίες για το σημασιολογικό περιεχόμενο κάθε λέξης ή πρότασης, παίζουν κρίσιμο ρόλο στα συστήματα ΕΦΓ. Σε ορισμένα συστήματα, οι σημασιολογικοί κανόνες συνδέονται άμεσα με τους μορφοσυντακτικούς κανόνες, δημιουργώντας ενιαίους γραμματικούς κανόνες που περιλαμβάνουν και τα δύο επίπεδα. Αυτοί οι γραμματικοί κανόνες, που περιλαμβάνουν μορφοσυντακτικές και σημασιολογικές πληροφορίες, συχνά εμφανίζονται ως γραμματικοί φορμαλισμοί με χαρακτηριστικά δομές (feature structures) (Chomsky, 1965; Langer, 2004).

Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης συχνά περιλαμβάνει την κατανόηση ιεραρχικών δομών, όπως οι δεντρικές δομές που περιγράφουν τη συντακτική δομή μιας πρότασης. Αυτές οι δομές επιτρέπουν στον υπολογιστή να επεξεργαστεί και να κατανοήσει τη γλώσσα με αποτελεσματικό τρόπο. Η ηλεκτρονική επεξεργασία προτασιακών δομών προϋποθέτει την προετοιμασία σωμάτων κειμένων σε ηλεκτρονική μορφή (Ammicht *et al.*, 2007).

Οι Γραμματικές Συντακτικών Δομών (Constituent Structure Grammars), επηρεασμένες κυρίως από το έργο του Noam Chomsky, αναλύουν λέξεις και πολυπλοκότερες μορφές, όπως φράσεις, και τις σχέσεις μεταξύ τους. Η παραδοσιακή δεντρική δομή περιλαμβάνει τον τεμαχισμό, την κατηγοριοποίηση και τη σειρά των ελάχιστων μονάδων της πρότασης (Chomsky, 1965; Langer, 2004). Οι διαδικασίες ανάλυσης γλώσσας μπορούν να είναι top-down ή bottom-up. Στη διαδικασία top-down, η ανάλυση ξεκινά από το επίπεδο της πρότασης και προχωρά στα επιμέρους τμήματα της, ενώ στη διαδικασία bottom-up, η ανάλυση ξεκινά από το επίπεδο των λέξεων και προχωρά προς την πρόταση (Garidis & Deligiannakis, 2020). Η

διαχείριση του διαλόγου και η πραγματολογία είναι κρίσιμες για την αποτελεσματική λειτουργία των συστημάτων ΕΦΓ. Οι πραγματολογικοί κανόνες, οι οποίοι ελέγχουν τις γλωσσικές πράξεις (speech acts), λειτουργούν ανεξάρτητα από τους γραμματικούς κανόνες και έχουν τη μορφή αλγορίθμων που διαχειρίζονται ολόκληρο τον διάλογο. Τα προγράμματα διαχείρισης διαλόγου αναλαμβάνουν τον ρόλο του "διαιτητή" στο κείμενο-διάλογο και παράγουν προτάσεις σε αφηρημένη σημασιολογική μορφή (Shriberg *et al.*, 2002; Bui *et al.*, 2007).

Η μοντελοποίηση χρήστη είναι άλλη μια σημαντική διάσταση της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Στοχεύει στην απόκτηση γνώσεων για τον χρήστη, ώστε το σύστημα να προσαρμόσει τη συμπεριφορά του στις ανάγκες του. Ένα ιδανικό σύστημα θα πρέπει να προσαρμόζει τις προφορικές οδηγίες του σύμφωνα με τις γνώσεις και τις ικανότητες του κάθε χρήστη (Bateman & Paris, 2004; Batsalia, 2003). Οι γλωσσικοί πόροι περιλαμβάνουν βάσεις δεδομένων φυσικής γλώσσας, το World-Wide-Web, σημασιολογικά δίκτυα και γλωσσολογικά επισημειωμένες βάσεις δεδομένων. Τα σώματα κειμένων, που αποτελούνται αμιγώς από κείμενα, είναι μια σημαντική κατηγορία γλωσσικών πόρων (Carstensen, 2004).

Συνολικά, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και η τεχνητή νοημοσύνη βασίζονται σε περίπλοκους συνδυασμούς μορφοσυντακτικών και σημασιολογικών κανόνων. Η κατάλληλη οργάνωση και χρήση πραγματολογικών κανόνων βελτιώνουν την κατανόηση και την αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών.

2. Εμπειρικό Μέρος

2.1. Σκοπός της έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα ή και την ανωτερότητα των απαντήσεων που παρέχουν μαθητές σε σύγκριση με τις απαντήσεις που παράγονται από μηχανές τεχνητής νοημοσύνης (TN) σε ερωτηματολόγιο σχετικά με την υπολογιστική σκέψη. Η μελέτη στοχεύει να αναδείξει εάν οι μαθητές, χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις πραγματικών σεναρίων (όπως μερικά αναφέρονται παραπάνω), μπορούν να επιδείξουν κριτική και δημιουργική σκέψη σε επίπεδο ανώτερο ή αντίστοιχο με αυτό που προσφέρουν τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (LLMs) κατά την επεξεργασία και παραγωγή λύσεων. Παράλληλα, επιδιώκεται η διερεύνηση πολύπλευρων ζητημάτων μέσω συζητήσεων που προκαλούνται από τα LLMs, ενθαρρύνοντας τη διαλεκτική και αναλυτική σκέψη. Η έρευνα επιδιώκει επίσης να αναδείξει τον ρόλο των LLMs στη δημιουργία διδακτικού υλικού που είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες κάθε μαθητή, ενισχύοντας την ικανότητα των μαθητών να εξελιχθούν σε ανεξάρτητους και κριτικούς σκεπτικιστές, ικανούς να πλοηγηθούν και να επιλύσουν πολύπλοκα ζητήματα. Η ερευνητική προσπάθεια στοχεύει στην αξιολόγηση της συνεισφοράς των σύγχρονων τεχνολογιών εκπαίδευσης στη μαθησιακή διαδικασία και τη βελτίωση των εκπαιδευτικών πρακτικών.

2.2. Δομή και τύποι ερωτήσεων

Η δομή των ερωτήσεων που χρησιμοποιούνται στην παρούσα μελέτη προσανατολίζεται στην εμβάθυνση της ανάλυσης της υπολογιστικής σκέψης μέσω ανοιχτών ερωτήσεων, οι οποίες επιτρέπουν στους συμμετέχοντες (μαθητές Β' & Γ' Λυκείου τεχνολογικής κατεύθυνσης), να εκφράσουν ελεύθερα τις ιδέες και σκέψεις τους. Οι ανοιχτές ερωτήσεις προάγουν την

αναλυτική σκέψη και τη δημιουργικότητα, καθώς δεν περιορίζουν τους απαντώντες σε προκαθορισμένες επιλογές, αλλά αντίθετα τους δίνουν την ευκαιρία να αναπτύξουν πλήρως τις απαντήσεις τους. Επιπλέον, η προσθήκη πεδίου για τον χρόνο απόκρισης σε κάθε ερώτηση εισάγει μια μετρήσιμη διάσταση, επιτρέποντας την εκτίμηση της χρονικής διάθεσης που απαιτείται για την επεξεργασία και διατύπωση των απαντήσεων.

Οι ερωτήσεις επικεντρώνονται σε σενάρια οργάνωσης και διαχείρισης, τα οποία περιλαμβάνουν ζητήματα που απαιτούν προγραμματισμό, ταξινόμηση ή διαχείριση αντικειμένων και χρόνου. Οι συμμετέχοντες καλούνται να αναλύσουν το σκοπό των δράσεων που προτείνονται και τη στρατηγική που θα ακολουθήσουν για την επίτευξη των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων. Αυτή η μεθοδολογία στοχεύει στη βαθύτερη κατανόηση των διαδικασιών σκέψης και των στρατηγικών που χρησιμοποιούν οι συμμετέχοντες, ενισχύοντας την αξιολόγηση της υπολογιστικής σκέψης μέσω μιας διαρθρωμένης και αναλυτικής προσέγγισης.

2.3. Ερωτηματολόγιο

1. Μετακομίσατε σε ένα καινούργιο σπίτι. Τα βιβλία της οικιακής και προσωπικής σας βιβλιοθήκης βρίσκονται πλέον στο πάτωμα. Αποφασίσατε να τα ταξινομήσετε και να τα τακτοποιήσετε. Με ποια κριτήρια θα ξεκινήσετε την ταξινόμηση; (Χρόνος απόκρισης=....)
2. Έχετε μια στοίβα βιβλίων που πρέπει να διαβάσετε, αλλά θέλετε να διασφαλίσετε ότι διαβάζετε τα πιο σημαντικά πρώτα. Πώς θα επεξεργαστείτε αυτή την στοίβα για να οργανώσετε τα βιβλία σας; (Χρόνος απόκρισης=....)
3. Το σύνολο των ζευγαριών των καλτσών σας μόλις πλύθηκαν και στέγνωσαν στο/από το πλυντήριο. Με ποια κριτήρια θα ξεκινήσετε την αναζήτηση τους από τον κάδο και μετέπειτα πως θα τα ταξινομήσετε πριν τα τοποθετήσετε στην ντουλάπα; (Χρόνος απόκρισης=....)
4. Συμμετέχετε σε ένα παιχνίδι επιτραπέζιας στρατηγικής (ή για παράδειγμα μια σειρά καρτών τράπουλας στο παιχνίδι της μπιρίμπας) όπου χρειάζεστε να οργανώσετε τις κάρτες σας. Πώς θα χρησιμοποιήσετε την διεργασία της λίστας για να βελτιστοποιήσετε τη διάταξη των καρτών σας κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού; (Χρόνος απόκρισης=....)
5. Αναγκάζεστε να προγραμματίσετε τις δραστηριότητές σας για την ημέρα, αλλά υπάρχουν περιορισμοί στον χρόνο που μπορείτε να αφιερώσετε σε κάθε δραστηριότητα. Πώς θα χρησιμοποιήσετε τον χρονοπρογραμματισμό για να διαχειριστείτε αποτελεσματικά τον διαθέσιμο χρόνο σας; (Χρόνος απόκρισης=....)
6. Έχετε μια συλλογή από διάφορα χρώματα μπογιάς και θέλετε να δημιουργήσετε ένα τυχαίο μοτίβο σε ένα καμβά. Πώς θα χρησιμοποιήσετε αυτή την τυχαιότητα για να επιλέξετε τα χρώματα και να δημιουργήσετε ένα μοναδικό και τυχαίο μοτίβο; (Χρόνος απόκρισης=....)
7. Προσπαθείτε να ανακατέψετε μια στοίβα καρτών που έχετε. Ποια τακτική θα ακολουθήσετε για να εξασφαλίσετε ότι το ανακάτεμα είναι αποτελεσματικό και ότι καμία κάρτα δεν έχει παραλειφθεί; (Χρόνος απόκρισης=....)

8. Σχεδιάζετε μια διαδρομή για να επισκεφτείτε τα αξιοθέατα σε μια πόλη. Πώς θα οργανώσετε την σκέψη σας για να επιλέξετε την τυχαία σειρά που θα επισκεφτείτε τα αξιοθέατα; (Χρόνος απόκρισης=....)

2.4. Συζήτηση και σύγκριση απαντήσεων (ενδεικτικά)

2.4.1. Η οργάνωση βιβλίων (ερώτηση 1)

Σε ένα νέο σπίτι αποτελεί μια πρόκληση που συνδυάζει την ανάγκη για λειτουργικότητα και αισθητική. Η διαδικασία αυτή απαιτεί σαφή κριτήρια ταξινόμησης και λήψη αποφάσεων που αντανακλούν τόσο τα προσωπικά ενδιαφέροντα όσο και τις πρακτικές ανάγκες του ατόμου.

Για την ταξινόμηση των βιβλίων σε ένα νέο σπίτι, ο ειδικός (AI agent) προτείνει τα εξής βήματα: Πρώτον, καθορίζονται οι κατηγορίες περιεχομένου σύμφωνα με τα ενδιαφέροντα και τις χρήσεις, όπως λογοτεχνία, επιστήμη, τέχνη, κ.λπ. Δεύτερον, τα βιβλία οργανώνονται αλφαβητικά βάσει του επωνύμου του συγγραφέα εντός κάθε κατηγορίας, για ευκολότερη αναζήτηση. Τέλος, εξετάζεται η χρωματική διάταξη των εξωφύλλων για να επιτευχθεί αισθητική συνοχή στη βιβλιοθήκη. Ο χρόνος απόκρισης για αυτή την απάντηση ήταν δύο λεπτά.

Η σύγκριση μεταξύ της απάντησης του ειδικού και της μαθήτριας αποκαλύπτει ομοιότητες και διαφορές. Και οι δύο απαντήσεις ξεκινούν με την κατηγοριοποίηση των βιβλίων βάσει του είδους και συνεχίζουν με την αλφαβητική ταξινόμηση βάσει του συγγραφέα. Αναφέρεται επίσης η χρωματική διάταξη. Ωστόσο, στην απάντηση της μαθήτριας, η ομοιομορφία και η αισθητική είναι κύριος στόχος, ενώ για τον ειδικό, η αισθητική είναι δευτερεύουσα επιλογή. Ο χρόνος απόκρισης της μαθήτριας ήταν 2,19 λεπτά, δηλαδή 19 δευτερόλεπτα περισσότερο από τον ειδικό.

Η ταξινόμηση των βιβλίων μπορεί να προσαρμοστεί βάσει πρακτικών και αισθητικών κριτηρίων, εξασφαλίζοντας τόσο λειτουργικότητα όσο και οπτική ικανοποίηση. Η προσέγγιση του ειδικού δίνει έμφαση στην ευκολία αναζήτησης και στην πρακτική οργάνωση, ενώ η μαθήτρια προτάσσει την αισθητική αρμονία και την ομοιομορφία. Αυτή η ανάλυση αναδεικνύει τη σημασία της εξατομίκευσης στη διαδικασία ταξινόμησης, επιτρέποντας την προσαρμογή ανάλογα με τις προτιμήσεις και τις ανάγκες του ατόμου.

2.4.2. Η αναζήτηση και ταξινόμηση ζευγαριών καλτσών (ερώτηση 3)

Η απάντηση του ειδικού περιλαμβάνει μια γενική μεθοδολογία που δεν προσδιορίζει σαφώς τα κριτήρια ταξινόμησης από την αρχή. Η εστίαση της μεθοδολογίας είναι στην εύρεση των καλτσών και την τοποθέτησή τους σε μια επιφάνεια. Από την άλλη πλευρά, η απάντηση του μαθητή ακολουθεί μια σαφώς δομημένη μεθοδολογία. Ο μαθητής κατηγοριοποιεί τις κάλτσες με βάση το εποχιακό χαρακτηριστικό (καλοκαιρινές, χειμερινές), το μήκος (ψηλές, κοντές) και το χρώμα (από τις πιο ανοιχτές στις πιο σκούρες).

Αναλύοντας τις απαντήσεις με κριτήρια υπολογιστικής σκέψης, παρατηρούμε ότι η απάντηση του μαθητή είναι πιο δομημένη. Ακολουθεί σαφή βήματα με βάση καθορισμένα κριτήρια ταξινόμησης, κάτι που αντανακλά βασικές αρχές αλγοριθμικής σκέψης, όπου η προβληματική κατάσταση αντιμετωπίζεται με συγκεκριμένα, επαναλαμβανόμενα και οργανωμένα βήματα. Επιπλέον, ο μαθητής επιδεικνύει ευελιξία στη σκέψη του, μοντελοποιώντας μια λύση που

ξεκινά από την εύρεση και τη δημιουργία ζευγών και καταλήγει σε ένα σύστημα οργάνωσης που βελτιστοποιεί την αναζήτηση και τη χρήση των καλτσών στην καθημερινότητα.

Συγκρίνοντας τις μεθόδους ταξινόμησης, αναλύουμε τις διαφορές στην προσέγγιση μεταξύ της απάντησης του ειδικού και του μαθητή, και τις κρίνουμε με βάση την υπολογιστική σκέψη και την οργάνωση. Τα συμπεράσματα επιβεβαιώνουν την ανωτερότητα της δομημένης προσέγγισης του μαθητή σε σχέση με την πιο γενική προσέγγιση του ειδικού. Η ανάλυση καταδεικνύει τη σημασία της αλγοριθμικής προσέγγισης στην οργάνωση και την αποθήκευση καθημερινών αντικειμένων.

2.4.3. Ανάλυση οργάνωσης διαδρομής αξιοθέατων (ερώτηση 8)

Η σημασιολογική προσέγγιση της ερώτησης επικεντρώνεται στην οργάνωση της σκέψης για την επιλογή της τυχαίας σειράς επίσκεψης αξιοθέατων.

Η απάντηση του μαθητή περιλαμβάνει τα εξής βήματα: ξεκίνημα από το πλησιέστερο σημείο, συνέχιση με τα αξιοθέατα σε ευθεία γραμμή και τερματισμός με τα πιο μακρινά. Αντίθετα, η προτεινόμενη απάντηση του ChatGPT (ένα από τα χρησιμοποιούμενα ερευνητικά εργαλεία) εστιάζει στην οργάνωση της επίσκεψης με βάση αλγοριθμικές προσεγγίσεις όπως το Nearest Neighbor για την εύρεση του κοντινότερου αξιοθέατου. Επιπλέον, προτείνει την εφαρμογή τυχαίων αλγοριθμικών προσεγγίσεων για την αποφυγή προκαθορισμένων διαδρομών και τη χρήση εργαλείων χαρτογράφησης για την οπτικοποίηση και πιο αποτελεσματική πλοήγηση.

Στη σύγκριση των δύο απαντήσεων, παρατηρείται ότι η απάντηση του μαθητή είναι αποτελεσματική, αλλά λείπει η επίκληση στην τυχειότητα, όπως ζητείται από την ερώτηση. Αντίθετα, η απάντηση του ChatGPT εστιάζει περισσότερο στην τυχαία σειρά και την εκμετάλλευση της τεχνολογίας για πιο αποδοτική διαδρομή. Συμπερασματικά, η απάντηση του ChatGPT παρέχει μια πιο κατάλληλη λύση που ταιριάζει με τις απαιτήσεις της ερώτησης, καθώς ενσωματώνει τυχειότητα και τεχνολογικά εργαλεία χαρτογράφησης για την οργάνωση της διαδρομής.

Αναφορικά με το χρόνο απόκρισης, η απάντηση του ChatGPT παραδόθηκε σε περίπου δύο λεπτά μετά την έκθεση της ερώτησης, ενώ η απάντηση του μαθητή παραδόθηκε σε 58 δευτερόλεπτα.

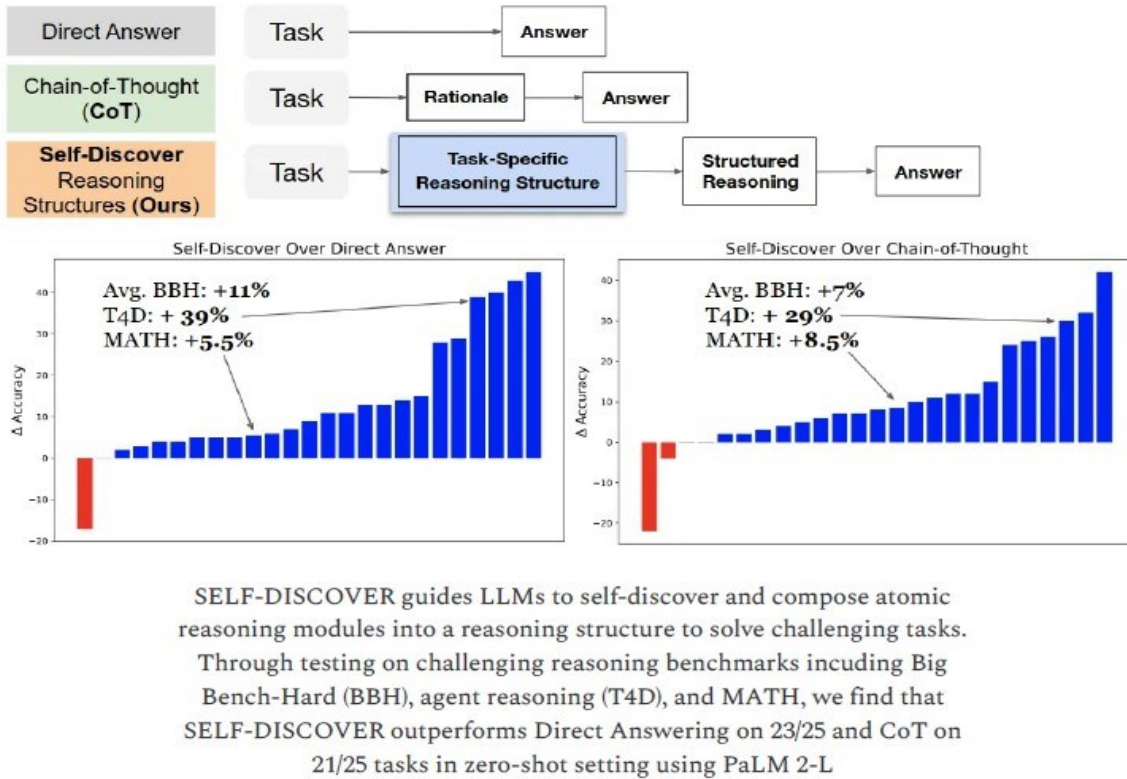
3. Συμπεράσματα

3.1. Πρακτικές Εφαρμογές Υπολογιστικής Σκέψης

Η πρακτική εφαρμογή γνώσεων μέσω τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνει τη χρήση της για την κατανόηση και επίλυση πραγματικών προβλημάτων, την υποστήριξη της διδασκαλίας και την ενίσχυση της διαλεκτικής σκέψης. Στο πλαίσιο της κατανόησης και επίλυσης προβλημάτων, η εκπαίδευση μέσω προσομοίωσης πραγματικών σεναρίων επιτρέπει στα μεγάλων γλωσσικών μοντέλων (LLM) να βοηθούν στην επεξεργασία και παραγωγή λύσεων. Αυτή η διαδικασία ενισχύει τη δημιουργικότητα των μαθητών, καθώς τους παρέχει την ευκαιρία να ασχοληθούν με ποικίλα και διαφορετικά προβλήματα.

Στην ενίσχυση της διαλεκτικής σκέψης, τα LLM μπορούν να διερευνήσουν πολύπλευρα ζητήματα μέσω συζητήσεων, ενθαρρύνοντας τη διαλεκτική και αναλυτική σκέψη. Αυτή η

διαδικασία βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν την ικανότητα εκτίμησης και σύνθεσης διαφορετικών απόψεων.



Εικόνα 2: Large Language Models Learn to Self-Compose Reasoning Structures (1)

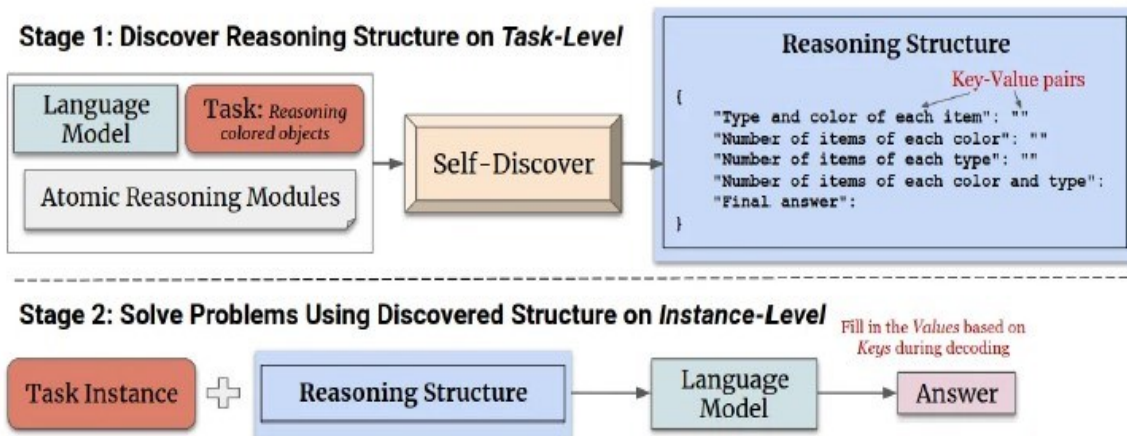


Illustration of using SELF-DISCOVER for problem-solving. Given a generative LM, task, and seed reasoning module descriptions, we guide LMs to generate a reasoning structure in key-value format to solve the task. Finally, models can follow the self-discovered structures to solve the every instance from the task by filling in the values in JSON step-by-step.

Εικόνα 3: Large Language Models Learn to Self-Compose Reasoning Structures (2)

Η γλώσσα είναι ένας κοινός τομέας μεταξύ της ανθρώπινης γνώσης και των LLM. Λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ αυτών των δύο οντοτήτων, διευκολύνοντας την εξερεύνηση και την κατανόηση. Για τους ανθρώπους, η γλώσσα μεταφέρει τις σκέψεις, τα συναισθήματα και την πολιτιστική μας κληρονομιά. Για τα LLM, είναι τα δομημένα δεδομένα που χρησιμοποιούν για να μάθουν, να ερμηνεύσουν και να δημιουργήσουν απαντήσεις.

Αυτή η κοινή βάση επιτρέπει έναν μοναδικό διάλογο μεταξύ της ανθρώπινης νοημοσύνης και των αλγορίθμων μηχανών, εμπλουτίζοντας τη συλλογική γνώση και τις αλληλεπιδράσεις μας.

Η επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση είναι σημαντική, καθώς εξοπλίζει τους μαθητές με τα απαραίτητα εργαλεία και δεξιότητες για να εξελιχθούν σε ανεξάρτητους, κριτικούς και δημιουργικούς σκεπτικιστές, ικανούς να πλοηγηθούν και να επιλύσουν πολύπλοκα ζητήματα.

Τέλος, όσον αφορά την υποστήριξη της διδασκαλίας, τα LLM μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία διδακτικού υλικού που προσαρμόζεται στις ανάγκες κάθε μαθητή. Επιπλέον, επιτρέπουν την αυτοματοποίηση της αξιολόγησης και την παροχή άμεσης ανατροφοδότησης, βελτιώνοντας έτσι την εκπαιδευτική διαδικασία.

3.2. Το Μέλλον της Εκπαίδευσης με την Τεχνητή Νοημοσύνη

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) διαδραματίζει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση, προσφέροντας εξατομικευμένη μάθηση και επαγγελματική κατάρτιση. Ως προσωπικός δάσκαλος, η TN παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις και διορθώσεις για τη βελτίωση των γλωσσικών δεξιοτήτων, της γραμματικής και της συγγραφής. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους μαθητές να λαμβάνουν ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας τη μάθηση και τη γνωστική τους ανάπτυξη μέσω διαρκούς και άμεσης ανατροφοδότησης.

Επιπλέον, η TN χρησιμοποιείται ευρέως στην επαγγελματική κατάρτιση. Μέσω της προσομοίωσης και της πρακτικής, δημιουργεί ρεαλιστικά σενάρια εκπαίδευσης που επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να βελτιώσουν τις πρακτικές τους δεξιότητες σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Η υποστήριξη στην τεχνική κατάρτιση είναι επίσης ουσιαστική, καθώς η TN παρέχει καθοδήγηση και ανατροφοδότηση στους επαγγελματίες, βοηθώντας τους να αναπτύξουν και να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους.

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση όχι μόνο εξατομικεύει τη μαθησιακή εμπειρία αλλά και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της επαγγελματικής κατάρτισης, καθιστώντας την ένα απαραίτητο εργαλείο για τη σύγχρονη εκπαιδευτική διαδικασία.

3.3. Ηθικές Προκλήσεις και Μέλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Η εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στην εκπαίδευση φέρνει στο προσκήνιο σημαντικές ηθικές διαστάσεις και προοπτικές που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ένα κρίσιμο ζήτημα είναι η διαφάνεια και η προστασία των προσωπικών δεδομένων. Είναι αναγκαίο να διασφαλιστεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων και η διατήρηση της ιδιωτικότητας των χρηστών. Παράλληλα, η διαφάνεια στη λειτουργία των συστημάτων AI είναι ουσιώδης. Οι εκπαιδευτικοί, οι μαθητές και οι γονείς πρέπει να κατανοούν τους

μηχανισμούς και την επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία, ώστε να διασφαλίζεται η εμπιστοσύνη και η αποδοχή της τεχνολογίας αυτής.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα αφορά τη λογοδοσία και την ευθύνη. Πρέπει να θεσπιστούν σαφείς γραμμές λογοδοσίας για τα σφάλματα ή τις επιβλαβείς συμβουλές που μπορεί να παρέχει η ΑΙ. Είναι απαραίτητοι οι μηχανισμοί για την αντιμετώπιση και τη διόρθωση λανθασμένων ή επιβλαβών αποτελεσμάτων από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να προστατεύονται οι μαθητές και να διασφαλίζεται η ποιότητα της εκπαιδευτικής εμπειρίας.

Η ηθική ευθύνη και τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά αποτελούν επίσης κεντρικά ζητήματα. Η τεχνολογική πρόοδος πρέπει να συνδυάζεται με τη διατήρηση των βασικών ανθρώπινων αξιών, όπως η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη και η ηθική λήψη αποφάσεων. Η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ τεχνολογικής καινοτομίας και ηθικής ευθύνης αποτελεί μια συλλογική πρόκληση για το μέλλον της εκπαίδευσης.

Η τεχνητή νοημοσύνη υπόσχεται να μεταμορφώσει τον τρόπο που μαθαίνουμε και καταρτιζόμαστε. Μπορεί να λειτουργήσει ως αξιόπιστος συνεργάτης και μέντορας, ενισχύοντας τις δεξιότητες των μαθητών και επιτρέποντας την εξερεύνηση νέων τομέων. Ωστόσο, απαιτείται προσεκτική διαχείριση των ηθικών και λειτουργικών προκλήσεων για να εξασφαλιστεί η ομαλή ένταξη της ΑΙ στην καθημερινότητα και τη διαδικασία διδασκαλίας των μαθητών. Η διασφάλιση της διαφάνειας, η καθιέρωση μηχανισμών λογοδοσίας και η προώθηση της ηθικής ευθύνης είναι θεμελιώδεις προϋποθέσεις για την επιτυχή ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Ammicht, T., Krammer, E., & Schöning, J. (2007). *Hierarchical processing in natural language understanding*. Springer.
- Bateman, J. A., & Paris, C. L. (2004). *Domain-specific modeling: A review*. ACM Computing Surveys, 36(1), 33-65.
- Batsalia, M. (2003). *Adaptive systems and user modeling in dialogue systems*. International Journal of Human-Computer Studies, 59(1), 115-134.
- Bentley, J. (2000). *Programming Pearls, Second Edition*. Addison-Wesley.
- Bui, H. H., Huynh, T., & Tsoi, A. (2007). *Dialogue management for conversational agents*. Springer.
- Carstensen, T. (2004). *Language resources and evaluation*. In *Handbook of natural language processing* (pp. 763-781). CRC Press.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. MIT Press.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to algorithms* (3rd ed.). MIT Press.
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). *BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding*. arXiv preprint arXiv:1810.04805.
- Garidis, N., & Deligiannakis, A. (2020). *Parsing and analyzing natural language: Top-down vs. bottom-up approaches*. Journal of Computational Linguistics, 46(3), 345-370.

- Goldin, G. A., & McClintock, R. (Eds.). (1979). *Theories of Mathematical Learning*. Lawrence Erlbaum.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Joulin, A., Mikolov, T., Grave, E., Bojanowski, P., Mikolov, M., & Grave, E. (2017). *Bag of Tricks for Efficient Text Classification*. arXiv preprint arXiv:1607.01759.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2021). *Speech and language processing: An introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition* (3rd ed.). Pearson.
- Knuth, D. E. (1998). *The Art of Computer Programming, Volume 3: Sorting and Searching*. Addison-Wesley.
- Koren, T. (2008). *The use of collaborative filtering in online recommendation systems*. Journal of Computer Science, 3(5), 60-72.
- Langer, A. (2004). *Formal grammars and syntactic theory*. Cambridge University Press.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. Nature, 521(7553), 436-444.
- Manning, C. D., & Schütze, H. (1999). *Foundations of statistical natural language processing*. MIT Press.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. International Universities Press.
- Sedgewick, R. & Wayne, K. (2011). *Algorithms, Fourth Edition*. Addison-Wesley.
- Shriberg, E., Stolcke, A., & Harper, M. (2002). *The role of prosody in dialogue management*. In *Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 201-208). ACL.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Kaiser, Ł., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 5998-6008).
- Weiss, Mark Allen (2012). *Data Structures and Algorithm Analysis in Java, Third Edition*. Pearson.