

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Τεχνολογίας

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

**Η εφαρμογή της generative Αι στην
εκπαίδευση**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αθανάσιος Κεφαλάς (ΑΜ: 3119143)

Επιβλέπων: Όμηρος Ιατρέλλης, Επίκουρος Καθηγητής

ΛΑΡΙΣΑ, Ιούνιος 2025

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	4
Επισκόπηση της διατριβής	4
Σημασία της TN στην εκπαίδευση	4
Στόχοι και πεδίο εφαρμογής	5
Ενσωμάτωση πρακτικής ανάλυσης θεμάτων (topic modeling)	5
Ερευνητικά ερωτήματα	6
Κεφάλαιο 2: Ιστορικό και ανασκόπηση της βιβλιογραφίας	8
Εισαγωγή στη Generative Τεχνητή Νοημοσύνη	8
Θεματική ανάλυση (Topic Modeling) στην Εκπαίδευση	10
Εξατομικευμένη μάθηση	10
Εξατομικευμένη μάθηση	11
Αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση και αξιολόγηση	12
Καθηγητές και βοηθοί AI	12
Παραγωγή περιεχομένου	12
Προκλήσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	13
Ηθικές ανησυχίες	13
Πρόσβαση και ισότητα	14
Συνεργασία εκπαιδευτικού-AI	14
Κεφάλαιο 3: Generative μοντέλα TN	16
Επισκόπηση της Generative Τεχνητής Νοημοσύνης	16
Μετασχηματιστές και ο αντίκτυπός τους	18
Σύγκριση Generative μοντέλων TN	20
Κεφάλαιο 4: BERT στην εκπαίδευση	23
Εισαγωγή στο BERT	24

Θεματική ανάλυση (Topic Modeling) στην Εκπαίδευση	25
Εφαρμογές του BERT στην εκπαίδευση	26
Ταξινόμηση κειμένου	26
Απάντηση σε ερωτήσεις	28
Περίληψη κειμένου	29
Κεφάλαιο 5: Προκλήσεις και δεοντολογικοί προβληματισμοί	32
Προκλήσεις της εφαρμογής της TN στην εκπαίδευση:	34
Διαθεσιμότητα και ποιότητα δεδομένων	34
Μεροληψία στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης	38
Προσαρμογή εκπαιδευτικών και μαθητών	41
Ηθικά ζητήματα στην TN	44
Ιδιωτικότητα και ασφάλεια δεδομένων	44
Τεχνητή νοημοσύνη στη λήψη αποφάσεων	47
Κεφάλαιο 6: Πρακτική Ανάλυση Εκπαιδευτικών Κειμένων με Topic Modeling και pyLDAvis	50
Εισαγωγή	50
6.2 Περιγραφή και ανάλυση του κώδικα	50
6.3 Ερμηνεία και ανάλυση των θεμάτων (topics)	52
6.4 Οπτικοποίηση και ερμηνεία (pyLDAvis)	53
Συμπεράσματα και πρακτική αξία	58
Κεφάλαιο 7: Συμπέρασμα	60
Σύνοψη των ευρημάτων	60
Συμβολή της διατριβής	61
Τελικές σκέψεις	62
Αναφορές	64

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Επισκόπηση της διατριβής

Υπάρχουν πλέον πολλές ευκαιρίες για την αλλαγή των εκπαιδευτικών συστημάτων χάρη στην αυξανόμενη πολυπλοκότητα των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (TN), με την παρούσα διατριβή να εξετάζει την λειτουργία της δημιουργικής TN στην εκπαίδευση. Δίνει ιδιαίτερη έμφαση στον τρόπο με τον οποίο τα μοντέλα αυτά μπορούν να βελτιώσουν τη διδασκαλία, τη μάθηση και την παραγωγή περιεχομένου, εξετάζοντας συγκεκριμένα πώς γλωσσικά μοντέλα, όπως το BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) και το GPT (Generative Pre-trained Transformer), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή πιο εξατομικευμένων, αποτελεσματικών και κλιμακούμενων διδακτικών πόρων. Η δημιουργία ενός αλγοριθμικού προγράμματος βασισμένου στο BERT για την επεξεργασία διδακτικών κειμένων είναι ένα πρακτικό στοιχείο της διατριβής, περιλαμβάνοντας επίσης μια θεωρητική μελέτη των επιπτώσεων της παραγωγικής TN στην εκπαίδευση, επιχειρώντας έτσι να προσφέρει τόσο θεωρητικές γνώσεις όσο και μια πρακτική απεικόνιση του τρόπου με τον οποίο η τεχνολογία TN μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πραγματικά εκπαιδευτικά πλαίσια.

Σημασία της TN στην εκπαίδευση

Λόγω της ικανότητάς της να επιλύει σύνθετα προβλήματα και να αναδεικνύει νέες δυνατότητες, η τεχνητή νοημοσύνη γίνεται όλο και πιο απαραίτητη στον κλάδο της εκπαίδευσης, προσαρμόζοντας τις μαθησιακές εμπειρίες και τροποποιώντας το εκπαιδευτικό υλικό ώστε να εφάπτεται στις διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες, στυλ και ταχύτητες, αξιολογώντας τα δεδομένα των μαθητών, βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς στην παράδοση σε ποικίλες τάξεις περιλαμβάνοντας και τη βελτίωση της κατανόησης του θέματος από τους μαθητές. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη διευκολύνει την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων διαδικασιών, όπως η βαθμολόγηση, η δημιουργία ανατροφοδότησης και οι μαθητικές εργασίες, αφήνοντας τους εκπαιδευτικούς να επικεντρωθούν περισσότερο στην ανάπτυξη του προγράμματος σπουδών και τη δέσμευση των μαθητών, παράγοντας εκπαιδευτικό περιεχόμενο κατά παραγγελία, όπως κουίζ, περιλήψεις και ολόκληρα σχέδια μαθήματος, επιταχύνοντας τη δημιουργία περιεχομένου μειώνοντας έτσι την επιβάρυνση των εκπαιδευτικών. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, ιδίως των παραγωγικών μοντέλων, καθίσταται όλο και περισσότερο απαραίτητη για τον εκσυγχρονισμό

και τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς τα ιδρύματα αναζητούν τις βέλτιστες και πιο προσαρμοσμένες λύσεις.

Στόχοι και πεδίο εφαρμογής

Η διερεύνηση των θεωρητικών και πρακτικών χρήσεων της παραγωγικής ΤΝ στον τομέα της εκπαίδευσης, με έμφαση σε μοντέλα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) όπως το GPT και το BERT, είναι ο κύριος στόχος αυτής της διατριβής, επιδιώκοντας να αξιολογήσει πώς αυτά τα μοντέλα μπορούν να βελτιώσουν τα εκπαιδευτικά εργαλεία και διαδικασίες μέσω της αυτοματοποίησης, της εξατομίκευσης και της ευφυούς δημιουργίας περιεχομένου. Η διατριβή επικεντρώνεται κυρίως στο πώς τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (LLM) μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές με ποικίλους τρόπους, όπως ευφυή συστήματα διδασκαλίας και την προσαρμοστική μάθηση (κατά παραγγελία περιεχόμενο για τις ανάγκες τους).

Η διατριβή έχει δύο τομείς εστίασης, αρχικά εντοπίζοντας σημαντικούς τομείς στους οποίους οι τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιούνται ή έχουν τη δυνατότητα να έχουν μεγάλο αντίκτυπο, μέσω της εξέτασης του ευρύτερου τοπίου της Generative ΤΝ στην εκπαίδευση αναλύοντας σχετικές έρευνες. Η δημιουργία μιας εφαρμογής βασισμένης σε BERT που προορίζεται να διαχειριστεί μια εκπαιδευτική εργασία -όπως η ταξινόμηση κειμένου, η απάντηση ερωτήσεων ή η περίληψη- είναι η δεύτερη συγκεντρωτική μελέτη περίπτωσης που προσφέρει, δείχνοντας πώς τα μοντέλα που βασίζονται σε μετασχηματιστές μπορούν να συμπεριληφθούν σε εκπαιδευτικά συστήματα και σε πρακτική βάση. Το πεδίο εφαρμογής επικεντρώνεται στα generative μοντέλα, τα οποία είναι από τα πιο γνωστά και εύκολα διαθέσιμα για εκπαιδευτική χρήση σήμερα, αν και να σημειωθεί πως δεν παρέχει μια διεξοδική αξιολόγηση όλων των τεχνολογιών ΤΝ.

Ενσωμάτωση πρακτικής ανάλυσης θεμάτων (topic modeling)

Πέρα από τη θεωρητική μελέτη, η παρούσα πτυχιακή περιλαμβάνει και πρακτική ανάλυση θεμάτων (topic modeling) σε εκπαιδευτικά κείμενα, αξιοποιώντας την τεχνική Latent Dirichlet Allocation (LDA). Το topic modeling αποτελεί μια σύγχρονη μέθοδο μη επιβλεπόμενης μηχανικής μάθησης που επιτρέπει την αυτόματη ανακάλυψη των βασικών θεματικών τάσεων σε μεγάλα σύνολα κειμένων, χωρίς να απαιτείται προκαθορισμένη κατηγοριοποίηση. Στο πλαίσιο της διατριβής, το LDA εφαρμόζεται σε εκπαιδευτικό υλικό ώστε να αναδειχθούν τα κυρίαρχα θέματα

που διατρέχουν τα κείμενα, να εντοπιστούν οι πιο σημαντικές λέξεις-κλειδιά ανά θέμα και να συνδεθούν τα ευρήματα με τα ερευνητικά ερωτήματα.

Η πρακτική αυτή προσέγγιση, σε συνδυασμό με τη χρήση εργαλείων οπτικοποίησης όπως το pyLDAvis, δίνει τη δυνατότητα για βαθύτερη κατανόηση της δομής του εκπαιδευτικού περιεχομένου και ενισχύει τη σύνδεση θεωρίας και πράξης. Παράλληλα, επιτρέπει την αξιολόγηση της ποιότητας και της θεματικής ποικιλίας του υλικού, θέτοντας τις βάσεις για περαιτέρω εφαρμογές, όπως η αυτόματη κατηγοριοποίηση, η εξατομικευμένη μάθηση και η βελτίωση των συστημάτων ερωταπαντήσεων με BERT. Η ανάλυση θεμάτων λειτουργεί έτσι ως γέφυρα μεταξύ των γενικών δυνατοτήτων των γλωσσικών μοντέλων και των συγκεκριμένων αναγκών της εκπαιδευτικής πράξης.

Ερευνητικά ερωτήματα

Μια σειρά ερευνητικών ερωτημάτων που αποσκοπούν στην κατανόηση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της εφαρμογής της δημιουργικής ΤΝ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αποτελούν τη βάση για την παρούσα διατριβή, αποσκοπώντας στην κάλυψη των τεχνικών και ηθικών ζητημάτων που σχετίζονται με τη χρήση εργαλείων ΤΝ, καθώς και των επιπτώσεών τους στις διαδικασίες και τα αποτελέσματα της μάθησης.

1. Πώς μπορούν να βελτιωθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα με τα generative μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης; Διερευνάει πώς η ΤΝ μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη περιεχομένου, στην αυτόματη ανατροφοδότηση και στην προσαρμοσμένη μάθηση, αναζητώντας μετρήσιμα πλεονεκτήματα από την ενσωμάτωση της ΤΝ στην τάξη όσον αφορά τη απόδοση των μαθητών και την ακαδημαϊκή επίδοση.
2. Ποια πιθανά εμπόδια μπορεί να παρουσιάσει η εφαρμογή της ΤΝ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, εξετάζοντας τα κοινωνιολογικά και τεχνολογικά εμπόδια στη χρήση της στην εκπαίδευση; Περιλαμβάνει ζητήματα με την αλγοριθμική προκατάληψη, την ανισότητα στην πρόσβαση, την ιδιωτικότητα των δεδομένων και τον ρόλο των εκπαιδευτικών στα σχολεία με ΤΝ.
3. Ποιες θεματικές τάσεις αναδεικνύονται αυτόματα από τα εκπαιδευτικά κείμενα μέσω topic modeling και πώς αυτές συσχετίζονται με τις εφαρμογές των BERT/GPT στην εκπαίδευση;

4. Πώς μπορούν να αναλυθούν δεδομένα εκπαιδευτικού κειμένου με τη χρήση του BERT, με την πραγματική χρήση του μοντέλου σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον να είναι το αντικείμενο του τρίτου ερευνητικού θέματος, διερευνώντας πώς η βαθιά γλωσσική γνώση του BERT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ερμηνεία και την επεξεργασία εκπαιδευτικών πληροφοριών, όπως οι ερωτήσεις μαθητών ή το εκπαιδευτικό περιεχόμενο προκειμένου να βελτιωθούν οι διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης.

Κεφάλαιο 2: Ιστορικό και ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Εισαγωγή στη Generative Τεχνητή Νοημοσύνη

Μια υποκατηγορία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, γνωστή ως "Generative τεχνητή νοημοσύνη", δημιουργούν νέο περιεχόμενο, όπως κείμενο, γραφικά, μουσική ή κώδικα, εντοπίζοντας μοτίβα σε προϋπάρχοντα δεδομένα, παρέχοντας λογική που μοιάζει πολύ με την ανθρώπινη δημιουργικότητα και επικοινωνία, δεδομένου ότι έχουν εκπαιδευτεί σε μεγάλα σύνολα δεδομένων [1]. Τα γλωσσικά μοντέλα που βασίζονται σε μετασχηματιστές, όπως το BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) και το GPT (Generative Pre-trained Transformer), συγκαταλέγονται μεταξύ των σημαντικότερων εξελίξεων σε αυτόν τον τομέα, σηματοδοτώντας μια σημαντική πρόοδο στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας [2][3]. Επιτρέπουν στα ρομπότ να παράγουν απαντήσεις και ιδέες με μικρή επίβλεψη, εκτός από την κατανόηση της ανθρώπινης γλώσσας, ώντας σημαντικά πιο προσαρμόσιμα και λειτουργώντας σε μια ποικιλία ανοικτών πλαισίων σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα TN, τα οποία περιορίζονταν σε προκαθορισμένα σύνολα κανόνων ή σε συγκεκριμένες εργασίες.

Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα γεννητικού μοντέλου που μπορεί να παράγει κείμενο που είναι συνεκτικό και ταυτόχρονα γνωρίζει το πλαίσιο είναι το GPT, το οποίο δημιουργήθηκε από την OpenAI, μπορώντας να εκτελεί ένα ευρύ φάσμα γλωσσικών εργασιών, όπως περίληψη, μετάφραση, απάντηση ερωτήσεων και παραγωγή περιεχομένου χωρίς κάποια εκπαίδευση, ειδικά για συγκεκριμένη εργασία [4]. Το BERT της Google, από την άλλη πλευρά, επικεντρώνεται στην αμφίδρομη κατανόηση του περιεχομένου των λέξεων, καθιστώντας τα ιδιαίτερα χρήσιμο για εργασίες γλωσσικής κατανόησης, όπως η ταξινόμηση ή η απάντηση ερωτήσεων, ώντας πιο κατάλληλο για την εξαγωγή νοήματος από το κείμενο εισόδου, σε αντίθεση με το GPT που χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή γλώσσας που μοιάζει με την ανθρώπινη. Ωστόσο, και τα δύο μοντέλα εξαρτώνται από σχέδια μετασχηματιστών και μεγάλα σύνολα δεδομένων, τα οποία αποτελούν πλέον τη βάση των σύγχρονων συστημάτων NLP [5].

καλύψει λεπτομερώς το παρόν κεφάλαιο, ξεκινώντας με μια πιο προσεκτική εξέταση των σημερινών εφαρμογών της TN σε εκπαιδευτικά πλαίσια.

Θεματική ανάλυση (Topic Modeling) στην Εκπαίδευση

Η θεματική ανάλυση (topic modeling) αποτελεί βασικό εργαλείο της υπολογιστικής ανάλυσης κειμένου, επιτρέποντας την αυτόματη ανακάλυψη θεμάτων σε μεγάλα σύνολα εκπαιδευτικών δεδομένων. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι το Latent Dirichlet Allocation (LDA), το οποίο υποθέτει ότι κάθε έγγραφο αποτελεί μίγμα θεμάτων, και κάθε θέμα χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά. Στην εκπαιδευτική έρευνα, το topic modeling έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση συζητήσεων σε MOOCs, την κατηγοριοποίηση μαθητικών απαντήσεων και τον εντοπισμό θεματικών τάσεων σε εκπαιδευτικό υλικό. Στην παρούσα διατριβή, το LDA εφαρμόζεται σε ελληνικά εκπαιδευτικά κείμενα, με στόχο την ανάδειξη των κυρίαρχων θεμάτων και τη σύνδεσή τους με τις σύγχρονες εφαρμογές γλωσσικών μοντέλων (BERT, GPT) στην εκπαιδευτική πράξη. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται οπτικοποιημένα με pyLDAvis, προσφέροντας μια σαφή εικόνα της θεματικής δομής του υλικού και διευκολύνοντας την ερμηνεία των ευρημάτων.

Εξατομικευμένη μάθηση

Μια από τις πιο γνωστές χρήσεις της TN στην εκπαίδευση σήμερα είναι η εξατομικευμένη μάθηση, προσφέροντας μια αλλαγή από τη συμβατική, τυποποιημένη διδασκαλία σε πιο εξατομικευμένες κατηγορίες μάθησης, με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης να είναι ικανά να προσδιορίζουν τον ρυθμό μάθησης, τις προτιμήσεις, τα δυνατά σημεία και τις ελλείψεις ενός μαθητή [8]. Το καταφέρνουν χρησιμοποιώντας πληροφορίες που βασίζονται σε δεδομένα και προσαρμοστικούς αλγόριθμους, καθιστώντας δυνατή την τροποποίηση του εκπαιδευτικού περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στους μαθητές πόρους και ανατροφοδότηση που ανταποκρίνονται σε μεγάλο βαθμό στις ιδιαίτερες ανάγκες τους. Η εξατομικευμένη μάθηση ξεχωρίζει ως μια χρήσιμη και σημαντική μέθοδος, επιτρέποντας την εξατομικευμένη διδασκαλία σε κλίμακα, καθώς τα εκπαιδευτικά ιδρύματα επιδιώκουν να αυξήσουν τη δέσμευση και τα αποτελέσματα των μαθητών.

Εξατομικευμένη μάθηση

Στις παραδοσιακές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείται συχνά μια στρατηγική που ταιριάζει σε όλους, η οποία μπορεί να αφήνει πίσω ορισμένους μαθητές και να μην προκαλεί το ενδιαφέρον επαρκώς άλλους. Σε αντίθεση τα συστήματα ΤΝ είναι ικανά να εξετάζουν πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων των προηγούμενων επιδόσεων των μαθητών, του μαθησιακού στυλ, των προτιμώμενων μορφών περιεχομένου και των τάσεων δέσμευσης για την παροχή εξατομικευμένου εκπαιδευτικού περιεχομένου, ενώ τα προσαρμοστικά τεστ, οι εξατομικευμένες λίστες ανάγνωσης, ακόμη και οι προσαρμογές της δυσκολίας των μαθημάτων σε πραγματικό χρόνο αποτελούν παραδείγματα αυτών των δυνατοτήτων [8]. Για να βελτιωθεί η κατανόηση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν generative μοντέλα όπως το GPT για να επαναδιατυπώσουν τα μαθήματα, να παρέχουν παραδείγματα κατάλληλα για το επίπεδο γνώσεων του μαθητή ή να μιμηθούν τον σωκρατικό διάλογο, προωθώντας ένα πιο αποτελεσματικό και χωρίς αποκλεισμούς μαθησιακό περιβάλλον, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε μαθητή.



Αναπαράσταση χρήσης ΤΝ για εξατομικευμένη μάθηση

Αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση και αξιολόγηση

Προκειμένου να απλοποιηθεί και να επιταχυνθεί η διαδικασία αξιολόγησης, τα συστήματα βαθμολόγησης με τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο, ιδίως σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μεγάλης κλίμακας, όπως οι πλατφόρμες τυποποιημένων εξετάσεων και τα MOOCs (Massive Open Online Courses) [9]. Εκεί χρησιμοποιούνται μοντέλα μηχανικής μάθησης, όπως αυτά που έχουν δημιουργηθεί στο πλαίσιο του BERT τα οποία που μπορούν να αξιολογήσουν σύντομες απαντήσεις, δοκίμια, ακόμη και κώδικα με αρκετή ακρίβεια εντοπίζοντας λάθη, δίνοντας άμεση ανατροφοδότηση και επισημαίνοντας περιοχές που χρειάζονται δουλειά. Η τεχνητή νοημοσύνη απελευθερώνει το χρόνο των εκπαιδευτικών για να επικεντρωθούν σε άλλες αξιόλογες δραστηριότητες, όπως η ανάπτυξη του προγράμματος σπουδών και η καθοδήγηση των μαθητών, μειώνοντας το χρόνο που αφιερώνουν στη βαθμολόγηση, εντοπίζοντας παράλληλα τις τάσεις μάθησης με την πάροδο του χρόνου. Ως αποτέλεσμα δίνονται στους εκπαιδευτικούς πληροφορίες για να τροποποιήσουν τις μεθόδους διδασκαλίας τους ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των μαθητών τους.

Καθηγητές και βοηθοί AI

Ένας άλλος σημαντικός τομέας εφαρμογών είναι οι εικονικοί βοηθοί και τα προγράμματα διδασκαλίας που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη, ιδίως για τη βοήθεια των παιδιών κατά τη διάρκεια των κανονικών σχολικών ωρών, παρέχοντας απαντήσεις, αποσαφηνίζοντας ιδέες και να καθοδηγώντας τους μαθητές σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων [10]. Οι εικονικοί «πράκτορες» που περιλαμβάνονται στα ψηφιακά εγχειρίδια, οι εφαρμογές κινητής μάθησης που βασίζονται σε συνομιλίες με τεχνητή νοημοσύνη και τα chatbots που περιλαμβάνονται σε εκπαιδευτικές πλατφόρμες είναι μερικά παραδείγματα που αυξάνουν τη διαθεσιμότητα και τη συνέχεια της ακαδημαϊκής υποστήριξης, αλλά αντιμετωπίζουν δυσκολίες να αντικαταστήσουν τους ανθρώπους στον ρόλο των καθηγητών, ακόμη τουλάχιστον.

Παραγωγή περιεχομένου

Η δημιουργική τεχνητή νοημοσύνη είναι επίσης πολύ καλή στη γρήγορη και αποτελεσματική δημιουργία εκπαιδευτικού περιεχομένου, με μοντέλα όπως το GPT να μπορούν να παράγουν αποσπάσματα λογοτεχνικών κειμένων, ερωτήσεις εξετάσεων, περιλήψεις, ακόμη και πλήρη σχέδια μαθήματος με βάση τις επιθυμίες του χρήστη ή τις παραμέτρους του προγράμματος σπουδών [11]. Ο φόρτος εργασίας των εκπαιδευτικών μπορεί να μειωθεί σημαντικά ως αποτέλεσμα, ειδικά όταν αναπτύσσουν διαφοροποιημένους πόρους για ένα ποικιλόμορφο

μαθητικό σώμα, δίνοντας την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των τρεχουσών πληροφοριών μέσω της χρήσης ΤΝ για μετάφρασης εγγράφων, σύνοψης σύνθετων κειμένων ή μετατροπής κειμένου σε εικόνες. Επιπλέον, η δυναμική δημιουργία πόρων ανάλογα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις της τάξης καθίσταται δυνατή με την ενσωμάτωση της ΤΝ στα συστήματα διαχείρισης περιεχομένου, προάγοντας ένα πιο προσαρμόσιμο και ευέλικτο μαθησιακό περιβάλλον, εκτός από τη βελτίωση της διδακτικής αποτελεσματικότητας.

Προκλήσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση γίνεται όλο και πιο δημοφιλής, αλλά υπάρχουν ακόμη πολλά εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν προτού οι τεχνολογίες αυτές υιοθετηθούν ευρέως, καθώς αν και παρουσιάζει δυνητικά εργαλεία για τη βελτίωση της μάθησης, την επιτάχυνση του διοικητικού έργου και την προσαρμογή της διδασκαλίας, η εφαρμογή της φέρνει επίσης δύσκολα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η ισότητα της. Τα προβλήματα αυτά περιλαμβάνοντας ηθικά ζητήματα όπως η αλγοριθμική προκατάληψη και η προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, ζητήματα πρόσβασης και ισότητας, ιδίως για περιθωριοποιημένες ομάδες, και την μεταβαλλόμενη δυναμική μεταξύ εκπαιδευτικών και εργαλείων ΤΝ. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η ΤΝ στην εκπαίδευση με υπευθυνότητα και να εξασφαλιστεί ότι τα πλεονεκτήματά της είναι διαθέσιμα σε όλα τα μέρη που εμπλέκονται στο οικοσύστημα της μάθησης, είναι αναγκαίο να αναγνωριστούν και να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις.

Ηθικές ανησυχίες

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση εγείρει πολλά ηθικά ζητήματα, ιδίως αυτά που αφορούν την αλγοριθμική προκατάληψη, την ασφάλεια των δεδομένων και την προστασία της ιδιωτικής ζωής, απαιτώντας πρόσβαση σε τεράστιους όγκους δεδομένων μαθητών, συμπεριλαμβανομένων δημογραφικών πληροφοριών, προτύπων συμπεριφοράς και ιστορικού μάθησης για να λειτουργήσουν καλά [12]. Το ενδεχόμενο παραβιάσεων ή κακής χρήσης αυξάνεται από αυτή τη συλλογή δεδομένων, ιδίως όταν τα συστήματα συνδέονται με πλατφόρμες τρίτων ή cloud-based, με πολλά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης επιπλέον να λειτουργούν ως "μαύρα κουτιά", καθιστώντας δύσκολο για τους διαχειριστές και τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, γεγονός που είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό όταν η ΤΝ χρησιμοποιείται σε συστήματα συστάσεων ή σε τεστ με υψηλές απαιτήσεις. Επιπλέον, οι μαθητές που προέρχονται από υποεκπροσωπούμενα περιβάλλοντα μπορεί να επηρεάζονται

δυσανάλογα από τα αποτελέσματα διακρίσεων που προκύπτουν από τις προκαταλήψεις στα δεδομένα εκπαίδευσης, δείχνοντας πώς τα εκπαιδευτικά συστήματα ΤΝ απαιτούν αυστηρή διακυβέρνηση δεδομένων, ανοικτό σχεδιασμό αλγορίθμων και ηθική εποπτεία.

Πρόσβαση και ισότητα

Αν η ΤΝ δεν χρησιμοποιηθεί με σύνεση, μπορεί να επιδεινώσει τις ήδη υπάρχουσες ανισότητες, ακόμη και αν η τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να εκδημοκρατίσει την εκπαίδευση, με την διαθεσιμότητα αξιόπιστου διαδικτύου, σύγχρονης τεχνολογίας και ψηφιακού αλφαριθμητισμού - που μπορεί να είναι ελλιπή σε κοινότητες με χαμηλό εισόδημα ή σε αγροτικές κοινότητες- να αποτελούν συχνά προϋποθέσεις για την πρόσβαση σε εξελιγμένες τεχνολογίες ΤΝ [13]. Το ψηφιακό χάσμα παράγει ίσους όρους ανταγωνισμού, όπου ορισμένοι μαθητές λαμβάνουν εξατομικευμένη βοήθεια ΤΝ, ενώ άλλοι αποκλείονται λόγω οικονομικών ή τεχνολογικών περιορισμών. Παράλληλα το γεγονός ότι τα εκπαιδευτικά ιδρύματα με μεγαλύτερη χρηματοδότηση είναι σε καλύτερη θέση να πειραματιστούν και να υιοθετήσουν τεχνολογίες αιχμής ΤΝ, διευρύνει περαιτέρω το χάσμα μεταξύ σχολείων με καλές και χαμηλές οικονομικές δυνατότητες, απαιτώντας σωστή προληπτική χάραξη πολιτικής, επιδοτούμενη πρόσβαση σε ψηφιακούς πόρους και μεθόδους σχεδιασμού χωρίς αποκλεισμούς που λαμβάνουν εξ αρχής υπόψη τις διάφορες μαθησιακές συνθήκες για να εξασφαλιστεί ότι η ΤΝ βοηθά στην εκπαιδευτική δικαιοσύνη.

Συνεργασία εκπαιδευτικού-AI

Η εξεύρεση του ιδανικού συνδυασμού μεταξύ των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης και των ανθρώπινων εκπαιδευτικών παρουσιάζει μια άλλη δυσκολία, καθώς ακόμη και αν η ΤΝ μπορεί να προσφέρει προσαρμοσμένες μαθησιακές διαδρομές και να αυτοματοποιήσει πολλές εργασίες, οι εκπαιδευτές δεν πρέπει να αντικατασταθούν από αυτήν, με τα σημερινά συστήματα ΤΝ να μην είναι σε θέση να αντικαταστήσουν τα βασικά ανθρώπινα στοιχεία που φέρνουν οι εκπαιδευτικοί στην τάξη, όπως η ενσυναίσθηση, η επίγνωση του πλαισίου και η παιδαγωγική κρίση. Η συνεργασία είναι απαραίτητη για την επιτυχή υιοθέτηση- με την τεχνητή νοημοσύνη να πρέπει να χρησιμοποιείται για να συμπληρώνει την ανθρώπινη διδασκαλία και όχι να την αντικαθιστά, απαιτώντας την προσεκτική ενσωμάτωση των τεχνολογιών ΤΝ στις διαδικασίες διδασκαλίας, καθώς και επαρκή κατάρτιση των εκπαιδευτικών για την αποτελεσματική χρήση αυτών των εργαλείων [14]. Για να διασφαλιστεί ότι η τεχνολογία είναι σύμφωνη με τις πραγματικές απαιτήσεις της τάξης, οι εκπαιδευτικοί πρέπει επίσης να συμμετέχουν στην ανάπτυξη και την αξιολόγηση

αυτών των συστημάτων, απαιτώντας να προωθηθεί μια συμβιωτική σχέση μεταξύ εκπαιδευτικών και ΤΝ για να αξιοποιηθεί πλήρως αυτή στην εκπαίδευση και ταυτόχρονα να διατηρηθεί η ακεραιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

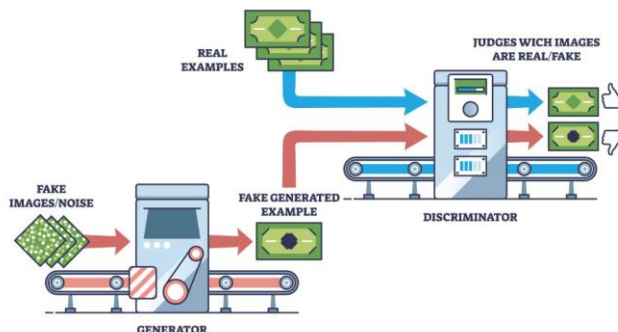
Κεφάλαιο 3: Generative μοντέλα TN

Τα Generative μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης έχουν γίνει μερικά από τα πιο ισχυρά και ευπροσάρμοστα μέσα στη συνεχιζόμενη αλλαγή του εκπαιδευτικού τοπίου που επιφέρει η τεχνητή νοημοσύνη, μπορώντας να κατανοούν το γλωσσικό πλαίσιο, να παράγουν γραφή που μοιάζει με την ανθρώπινη και να επιλύουν δύσκολα ζητήματα μέσω της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται μια εισαγωγή στη Generative τεχνητή νοημοσύνη, με έμφαση στις υποκείμενες δομές που επιτρέπουν σε αυτά τα μοντέλα να λειτουργούν καλά, ιδίως σε εκπαιδευτικές εφαρμογές, παρουσιάζοντας μοντέλα όπως το GPT και το BERT που φέρνουν μεγάλη αλλαγή στη δημιουργία και την εφαρμογή εκπαιδευτικών συστημάτων, από την παραγωγή προσαρμοσμένου περιεχομένου έως την υποστήριξη αυτοματοποιημένων αξιολογήσεων και την εξαγωγή πληροφοριών. Τέλος, το κεφάλαιο εξετάζει το τεχνικό υπόβαθρο των μοντέλων, τις πρακτικές υλοποιήσεις σε περιβάλλοντα τάξης και μια συγκριτική σύγκριση προκειμένου να κατανοήσουμε τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τις εκπαιδευτικές εφαρμογές κάθε μοντέλου.

Επισκόπηση της Generative Τεχνητής Νοημοσύνης

Μια κατηγορία μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης, γνωστή ως "Generative TN", παράγει νέες πληροφορίες, όπως κείμενο, εικόνες, ήχο και κώδικα, χρησιμοποιώντας μοτίβα που ανακαλύπτονται σε προϋπάρχοντα δεδομένα, παρέχοντας αποτελέσματα που μπορεί να μοιάζουν με τεχνουργήματα φτιαγμένα από ανθρώπους- κάνοντας περισσότερα από το να κατηγοριοποιούν και να προβλέπουν. Ως συνέπεια καθιστά δυνατή τη δημιουργία εξατομικευμένου μαθησιακού υλικού, τη μίμηση συνομιλιών διδασκαλίας, τη δημιουργία ερωτήσεων κουίζ και την αυτόματη σύνοψη δύσκολων κειμένων στο πλαίσιο της εκπαίδευσης. Οι δύο πιο γνωστοί τύποι Generative TN που σχετίζονται με την εκπαίδευση είναι τα μοντέλα που βασίζονται σε μετασχηματιστές και τα Generative Adversarial Networks (GANs) [15].

GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS GANs



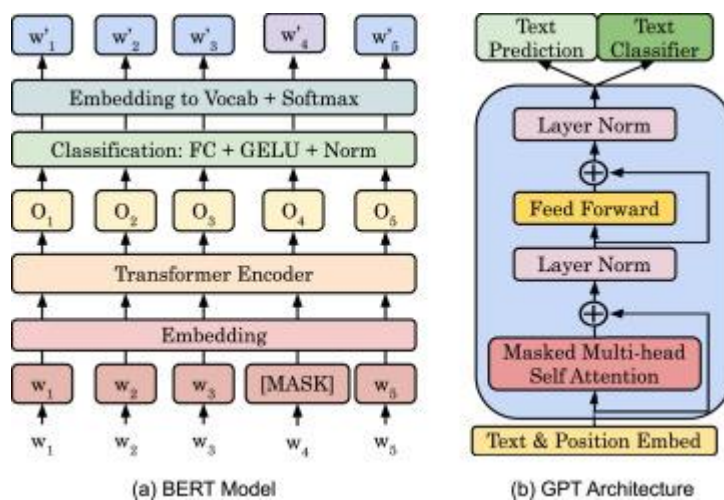
Αναπαράσταση λειτουργίας Generative Adversarial Networks

Τα νευρωνικά δίκτυα διάκρισης και παραγωγής, τα οποία αποτελούν τα GAN, συνεργάζονται για την παραγωγή ρεαλιστικών δεδομένων, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται αυξανόμενο ενδιαφέρον για την προσαρμογή των GANs για εκπαιδευτικούς σκοπούς, όπως η παραγωγή ρεαλιστικού οπτικού περιεχομένου για ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης ή η παραγωγή συνθετικών δεδομένων για τη συμπλήρωση μικρών εκπαιδευτικών συνόλων δεδομένων για την εκπαίδευση άλλων μοντέλων [16]. Αν και έχουν χρησιμοποιηθεί συχνότερα σε τομείς όπως η σύνθεση εικόνων και η μεταφορά στυλ, η φύση τους περιορίζει την εφαρμογή τους σε εργασίες που βασίζονται σε κείμενο σε σύγκριση με τους μετασχηματιστές καθώς η διαδοχική φύση της γλώσσας, αντιμετωπίζεται καλύτερα από μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για την επεξεργασία γλώσσας.

Αντίθετα, τα μοντέλα μετασχηματιστών έχουν επηρεάσει σημαντικά την παραγωγή και την κατανόηση κειμένου, δύο πτυχές που είναι σημαντικές σε εκπαιδευτικά πλαίσια, με την ικανότητα των μετασχηματιστών να ερμηνεύουν και να παράγουν γλώσσα με τρόπο που μιμείται την ανθρώπινη επικοινωνία να καθιστά δυνατή μια ποικιλία εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της αυτοματοποιημένης διδασκαλίας, της δημιουργίας περιεχομένου και της υποστήριξης της κατανόησης της ανάγνωσης. Οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούν μηχανισμούς αυτοπροσοχής για να κατανοήσουν τις σχέσεις μεταξύ όλων των συστατικών της εισόδου ταυτόχρονα, σε αντίθεση με προηγούμενα μοντέλα που επεξεργάζονταν τα δεδομένα διαδοχικά επιτρέποντας στα άτομα να παράγουν σχόλια ή περιλήψεις που είναι λογικές και συναφείς με το πλαίσιο, ιδίως όταν πρόκειται για μεγάλα τμήματα κειμένου [17].

Μοντέλα όπως το BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) και το GPT (Generative Pretrained Transformer) είναι αξιοσημείωτα στην οικογένεια των μετασχηματιστών, με το GPT να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία διδακτικού υλικού,

τη συγγραφή βοήθειας και την προσομοίωση απαντήσεων που μοιάζουν με ανθρώπινες απαντήσεις σε εφαρμογές διδασκαλίας, καθώς είναι βελτιστοποιημένος για την παραγωγή γλώσσας που είναι τόσο ρευστή όσο και σχετική με το πλαίσιο. Το BERT, από την άλλη πλευρά, είναι ιδανικό για ταξινόμηση, απάντηση ερωτήσεων και σημασιολογική ανάλυση σε εκπαιδευτικό περιεχόμενο, έχοντας κατασκευαστεί για να κατανοεί πλήρως το νόημα του κειμένου, με πολλές εκπαιδευτικές εφαρμογές με τεχνητή νοημοσύνη να βασίζονται εκεί, βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς, να βελτιώσουν τις εμπειρίες των μαθητών και να αυτοματοποιήσουν εργασίες που διαφορετικά θα χρειαζόνταν μεγάλη ανθρώπινη συμβολή.



Αναπαράσταση τοπολογιών των δύο κυρίαρχων μοντέλων

Μετασχηματιστές και ο αντίκτυπός τους

Επειδή τα μοντέλα μετασχηματιστών μπορούν να αναπαραστήσουν αξιόπιστα και αποτελεσματικά περίπλοκες σχέσεις σε δεδομένα κειμένου, έχουν αναδειχθεί ως ο βασικός πυλώνας της σύγχρονης επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, με τον σχεδιασμό του μετασχηματιστή, ο οποίος παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στη δημοσίευση "Attention is All You Need" των Vaswani [18], να αντικαθιστά ένα μηχανισμό αυτοπροσοχής για τα συμβατικά επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα, επιτρέποντας στο μοντέλο να αξιολογεί τη σχετική συνάφεια των διαφόρων λέξεων σε μια πρόταση. Οι μετασχηματιστές μπορούν να αναλύουν παράλληλα ακολουθίες και να αποτυπώνουν καλύτερα το πλαίσιο λόγω αυτής της προσέγγισης, η οποία αυξάνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης, έχοντας ως αποτέλεσμα μοντέλα που μπορούν να

κατανοούν και να παράγουν ανθρώπινη γλώσσα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα με αξιοσημείωτη συνοχή και ακρίβεια συμφραζομένων.

Η OpenAI δημιούργησε το μοντέλο μονοκατευθυντικού μετασχηματιστή, γνωστό ως GPT, το οποίο είναι πολύ καλό στην παραγωγή φυσικής γλώσσας, λειτουργώντας χρησιμοποιώντας το πλαίσιο που παρέχουν οι προηγούμενες λέξεις σε μια φράση για να προβλέψει την επόμενη λέξη, αποκτώντας μια βαθιά κατανόηση του συντακτικού, της γραμματικής και της γενικής γνώσης μέσω μακράς προεκπαίδευσης σε μεγάλα σώματα γλωσσών, μπορώντας να προσαρμοστεί σε πεδία όπως η εκπαίδευση με την εξειδίκευση σε συγκεκριμένες εργασίες. Στην πραγματικότητα, το GPT μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να γράψουν δοκίμια προτείνοντας αναθεωρήσεις, συνοψίζοντας σημεία και προτείνοντας πιθανές δομές, ή να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εξεταστικών ερωτήσεων, τη δημιουργία μαθησιακών ασκήσεων που μιμούνται ιστορικές ή λογοτεχνικές ανταλλαγές και τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού που είναι κατάλληλο για διαφορετικά επίπεδα μάθησης [19].

Η τεχνική BERT της Google είναι διαφορετική, μαθαίνοντας να ανιχνεύει τις λέξεις που λείπουν από μια πρόταση χρησιμοποιώντας τόσο το αριστερό όσο και το δεξί περιβάλλον, επειδή διδάσκεται με στόχο την καλυμμένη γλωσσική μοντελοποίηση, αποδίδοντας καλύτερα σε προκλήσεις που απαιτούν σε βάθος κατανόηση κειμένου λόγω της αμφίδρομης κατανόησής της. Λειτουργεί ιδιαίτερα καλά σε εκπαιδευτικά πλαίσια για εργασίες όπως η απάντηση σε ερωτήσεις, όταν είναι σημαντικό να κατανοηθούν οι λεπτές αποχρώσεις τόσο της ερώτησης όσο και του πηγαιού υλικού, με την ταξινόμηση των απαντήσεων των μαθητών, τον προσδιορισμό του τόνου των σχολίων και την περίληψη των απομαγνητοφωνημένων διαλέξεων ή του υλικού των σχολικών εγχειριδίων να είναι περισσότερες χρήσεις της [20]. Υποστηρίζει συστήματα backend που αξιολογούν και κατανοούν τη γλώσσα αντί να την παράγουν, συμπληρώνοντας μοντέλα όπως το GPT επειδή επικεντρώνεται στην κατανόηση και όχι στην παραγωγή.

Τα μοντέλα μετασχηματιστών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση με διάφορους τρόπους, όπως αποδεικνύεται από τη συνδυασμένη εφαρμογή των GPT και BERT, και ενώ το BERT βελτιώνει εφαρμογές που βασίζονται στην κατανόηση, όπως η αξιολόγηση, η ανάκτηση γνώσεων και η ανάλυση ανατροφοδότησης, το GPT διευκολύνει την ανάπτυξη περιεχομένου και τη δημιουργία διαλόγων. Μέσω της συνεργασίας τους καθίσταται δυνατή η δημιουργία λύσεων με τεχνητή νοημοσύνη που βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να διαχειρίζονται τον φόρτο εργασίας και να παρέχουν πιο εξειδικευμένη υποστήριξη, εκτός από την παροχή στους μαθητές υψηλής ποιότητας προσαρμοστικών πόρων, με αποτέλεσμα την επιρροή των Transformers στην κατεύθυνση της ψηφιακής εκπαίδευσης να αυξάνεται καθώς θα αναπτύσσονται περαιτέρω.

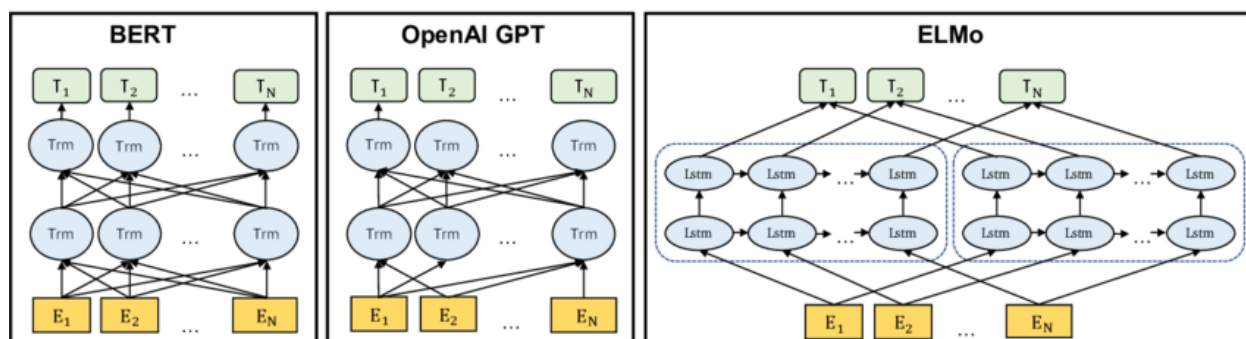
Σύγκριση Generative μοντέλων TN

Το GPT, το BERT και άλλα εξειδικευμένα μοντέλα αποτελούν παραδείγματα μοντέλων Generative TN που θα πρέπει να συγκριθούν με βάση την αρχιτεκτονική τους, την απόδοση των εργασιών τους και τη δυνατότητα εφαρμογής τους σε διάφορες εκπαιδευτικές εφαρμογές, έχοντας καλές επιδόσεις σε ορισμένους τομείς ενώ έχει μειονεκτήματα σε άλλους. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε μοντέλο έχει δημιουργηθεί με γνώμονα συγκεκριμένους στόχους, με την γνώση αυτών των διακρίσεων να διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς και τους προγραμματιστές να επιλέξουν το καλύτερο μοντέλο για τις απαιτήσεις τους, που κυμαίνονται από την απάντηση ερωτήσεων έως τη δημιουργία περιεχομένου και όχι μόνο [21].

Το GPT είναι ο καταλληλότερος για εργασίες που περιλαμβάνουν παραγωγή περιεχομένου και αλληλεπίδραση ανοικτού τύπου, λόγω της ικανότητάς του να παράγει γλώσσα που είναι τόσο συνεκτική όσο και πλούσια σε περιεχόμενο, με την ικανότητά του να παράγει κείμενο με ευχέρεια και δημιουργικότητα να είναι ένα από τα κύρια πλεονεκτήματά του, καθιστώντας το ιδανικό για εφαρμογές όπως τα συστήματα διδασκαλίας, η δημιουργία περιεχομένου και η βοήθεια στη συγγραφή δοκιμίων. Για παράδειγμα, το GPT μπορεί να παράγει ερωτήσεις εξάσκησης, να συνοψίζει μαθήματα, να παράγει επεξηγηματικό υλικό και να προσφέρει μια ποικιλία απόψεων για ένα θέμα, ενώ για τους εικονικούς βοηθούς και τα συστήματα διδασκαλίας με βάση την τεχνητή νοημοσύνη, όπου η διαδραστική, συνομιλιακή ανατροφοδότηση είναι πολύ σημαντικό, η ικανότητά της να αναπαράγει απαντήσεις που μοιάζουν με τις ανθρώπινες, την καθιστά εξαιρετικά επιτυχημένη. Ωστόσο, επειδή η GPT εξαρτάται κυρίως από τα μοτίβα του υλικού που έχει δει κατά την προ-εκπαίδευση, οι αδυναμίες της έγκεινται στην έλλειψη βαθιάς γνώσης και πραγματολογικής ορθότητας, πιθανόν έχοντας ως αποτέλεσμα υλικό που είναι ανακριβές από πραγματικής άποψης αλλά ακούγεται πειστικό, αποτελώντας σοβαρό μειονέκτημα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα όπου απαιτείται ακρίβεια. Τέλος το GPT είναι λιγότερο κατάλληλο για θέσεις εργασίας που απαιτούν ενδελεχή κατανόηση των συμφραζομένων και από τις δύο κατευθύνσεις ενός κειμένου, λόγω της μονόδρομης φύσης της (επεξεργασία κειμένου από αριστερά προς τα δεξιά).

Αντίθετα, το BERT είναι καταλληλότερο για εργασίες όπως η απάντηση ερωτήσεων, η ταξινόμηση κειμένου και η περίληψη που απαιτούν κατανόηση του πλαισίου ενός συγκεκριμένου κειμένου, επιτρέποντας να συλλαμβάνει πιο διαφοροποιημένες έννοιες, βελτιώνοντας την ικανότητά της να αποκρυπτογραφεί δύσκολες ερωτήσεις ή να αναγνωρίζει σημαντικές ιδέες σε ένα κεφάλαιο, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις λέξεις που έρχονται πριν όσο και μετά από μια

πρόταση, με την αμφίδρομη μέθοδο. Είναι ιδιαίτερα καλό σε εργασίες όπως η αυτόματη βαθμολόγηση σε εκπαιδευτικές εφαρμογές, όπου μπορεί να κατηγοριοποιήσει τα σχόλια των μαθητών, να επισημάνει σημαντικές λεπτομέρειες σε γραπτές απαντήσεις ή να μετρήσει τον τόνο της ανατροφοδότησης. Ως αποτέλεσμα είναι και ιδανικό για την ανάπτυξη μηχανών αναζήτησης για εκπαιδευτικό περιεχόμενο ή για την παροχή πραγματολογικών απαντήσεων με βάση το υλικό των μαθημάτων, καθώς είναι επίσης αρκετά επιτυχημένο στην ανάκτηση πληροφοριών από τεράστια σύνολα δεδομένων [22]. Ωστόσο, το γεγονός ότι το BERT δεν είναι παραγωγικό όπως το GPT είναι ένα από τα μειονεκτήματά της, επικεντρωμένο στην ανάλυση και την κατανόηση ήδη γραμμένου υλικού και όχι στη δημιουργία πρωτότυπων πληροφοριών, με αποτέλεσμα να είναι πιο κατάλληλο για δραστηριότητες που αφορούν την κατανόηση και την αξιολόγηση παρά για την παραγωγή πρωτότυπου περιεχομένου ή δημιουργικών ιδεών.



Διαφορετικός τρόπος μετάδοσης πληροφορίας μεταξύ BERT και GPT, αλλά και σύγκριση με το ELMo

Άλλα generative μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, όπως το XLNet και το T5 (Text-to-Text Transfer Transformer), έχουν άλλα χαρακτηριστικά που μπορεί να είναι καταλληλότερα για συγκεκριμένες εκπαιδευτικές περιπτώσεις, με το T5 για παράδειγμα να μπορεί να χειριστεί αποτελεσματικά τόσο τις εργασίες παραγωγής όσο και τις εργασίες κατανόησης [23][24]. Δεδομένου ότι έχει κατασκευαστεί για να δομεί όλες τις δραστηριότητες ως προβλήματα μετατροπής κειμένου σε κείμενο, είναι ένα ευέλικτο εργαλείο για εξατομικευμένες εκπαιδευτικές διαδικασίες, δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για περίληψη κειμένου όσο και για μετάφραση. Επιπλέον, μπορεί να παράγει ερωτήσεις ή εμπεριστατωμένες εξηγήσεις ανάλογα με ένα συγκεκριμένο κείμενο, όμως οι υπολογιστικές απαιτήσεις και την πολυπλοκότητά του, αποτελούν μειονέκτημα σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους. Παρόμοια, μοντέλα όπως το XLNet ενισχύουν το BERT προσθέτοντας αυτοπαλινδρομικές ιδιότητες, επιτρέποντας να παράγουν κείμενο με μεγαλύτερη ευχέρεια, διατηρώντας παράλληλα υψηλό επίπεδο επίγνωσης

του πλαισίου, και παρόλο που μπορεί να αποδίδουν καλύτερα σε ορισμένες εργασίες από το GPT ή το BERT, η πολυπλοκότητά τους μπορεί να τα εμποδίσει να χρησιμοποιηθούν ευρέως στην εκπαίδευση. Παρακάτω, γίνεται σύγκριση της αποτελεσματικότητας στις εφαρμογές γκσο αφορά την εκπαίδευση:

- Το GPT κατέχει κυρίαρχη θέση στην παραγωγή περιεχομένου, καθώς μπορεί να παράγει πρωτότυπα κείμενα, δοκίμια και άρθρα, καθιστώντας το ιδιαίτερα χρήσιμο για ερωτήσεις εξάσκησης, εργασίες για το σπίτι και προσαρμοσμένα σχέδια μαθήματος, με το κύριο ελάττωμα του να είναι ότι το παραγόμενο περιεχόμενο είναι σχεδόν ακριβές και σύμφωνο με τα πρότυπα του προγράμματος σπουδών (δεν πρωτοτυπεί).
- Το BERT αποδίδει καλύτερα σε εργασίες που απαιτούν επεξεργασία και κατανόηση κειμένου, όπως η αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση και η απάντηση σε ερωτήσεις, αντιμετωπίζοντας δύσκολες εργασίες κατανόησης χάρη στην αμφίδρομη μεθοδολογία του, αλλά έρχεται σε αντίθεση με το GPT, μην μπορώντας να δημιουργήσει νέες πληροφορίες ή να έχει διαδραστικές συζητήσεις.
- Υβριδικά συστήματα, με μοντέλα όπως το T5 ή το XLNet να προσφέρουν έναν καλό συνδυασμό μεταξύ παραγωγής περιεχομένου και κατανόησης για δραστηριότητες που απαιτούν και τα δύο, καταφέρνοντας να παράγουν ταυτόχρονα εκπαιδευτικό υλικό και να αξιολογούν τις αντιδράσεις των μαθητών σε πραγματικό χρόνο.

Συνοψίζοντας, οι συγκεκριμένες εκπαιδευτικές απαιτήσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόφαση μεταξύ GPT, BERT και άλλων Generative μοντέλων TN, με το GPT να είναι η προτιμώτερη επιλογή για την παραγωγή ευφάνταστου, ρευστού λόγου, καθιστώντας το ιδανικό για διαδραστική διδασκαλία και παραγωγή περιεχομένου. Απο την άλλη μεριά, λόγω των εξαιρετικών δεξιοτήτων κατανόησης και αξιολόγησης, το BERT αποτελεί σημαντικό εργαλείο για εργασίες όπως η ανάλυση κατανόησης και η βαθμολόγηση, ενώ τα υβριδικά μοντέλα όπως το T5 και το XLNet συνδυάζουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά και των δύο προσεγγίσεων, προσδίδοντάς τους ευελιξία για όλο και πιο περίπλοκες εκπαιδευτικές εφαρμογές. Τέλος, είναι αναγκαίο να έχουμε κατα νου, ότι κατά τη χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, είναι σημαντικό να λαμβανονται υπόψη προσεκτικά οι συμβιβασμοί που σχετίζονται με την ακρίβεια, τις υπολογιστικές απαιτήσεις και τη γνώση του πλαισίου κάθε μοντέλου.

Κεφάλαιο 4: BERT στην εκπαίδευση

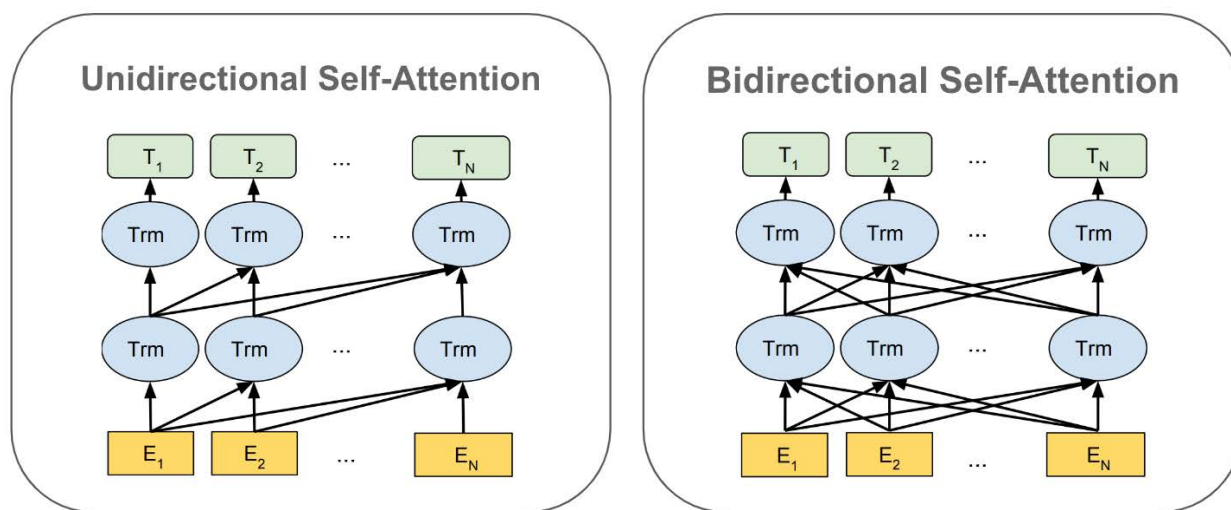
Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας έχει αλλάξει δραματικά με την εισαγωγή των μοντέλων μετασχηματισμού, με το BERT να είναι αξιοσημείωτο για την ικανότητά του να κατανοεί τα συμφραζόμενα της πρότασης και από τις δύο πλευρές. Δημιουργήθηκε από την Google το 2018, αλλάζοντας τα δεδομένα στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας προσφέροντας μια νέα μέθοδο προεκπαίδευσης που της επιτρέπει να λαμβάνει υπόψη της ολόκληρο το πλαίσιο μιας λέξης εξετάζοντας τόσο τους όρους που προηγούνται όσο και τους όρους που ακολουθούν. Λόγω της αμφίδρομης φύσης της, είναι πολύ καλή στην κατανόηση των αποχρώσεων της γλώσσας, ώντας ιδιαίτερα χρήσιμο σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, όπου η ακριβής ερμηνεία και κατανόηση κειμένου είναι εξαιρετικά σημαντική.

Το BERT μπορεί να εντοπίσει πιο λεπτές συσχετίσεις μεταξύ των λέξεων, καθώς επεξεργάζεται ολόκληρες προτάσεις ταυτόχρονα, σε αντίθεση με τα προηγούμενα μοντέλα που διαβάζουν το κείμενο διαδοχικά, αποδίδοντας εξαιρετικά καλά σε μια ποικιλία διεργασιών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, όπως ταξινόμηση κειμένου, απάντηση ερωτήσεων και περίληψη κειμένου - με όλα αυτά να έχουν σημαντικές χρήσεις στον εκπαιδευτικό τομέα [25]. Ως αποτέλεσμα προσφέρει στους εκπαιδευτικούς ένα ισχυρό εργαλείο για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας μιας σειράς εκπαιδευτικών διαδικασιών, από τη βαθμολόγηση και την οργάνωση του υλικού έως την υποβοήθηση της μάθησης των μαθητών, χάρη στην ικανότητά της να κατανοεί το πλαίσιο και να αναγνωρίζει τις σχετικές πληροφορίες.

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζουμε τις διάφορες εφαρμογές του BERT στην εκπαίδευση, διερευνώντας τις εφαρμογές του στην ταξινόμηση κειμένων, συμπεριλαμβανομένης της αυτόματης ταξινόμησης εκπαιδευτικού υλικού, στην απάντηση ερωτήσεων, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τους μαθητές με τις εργασίες τους ή για να τους δώσει αυτοματοποιημένη ανατροφοδότηση, στην περίληψη κειμένων, η οποία επιτρέπει την ταχεία και ακριβή περίληψη ακαδημαϊκού υλικού, όπως ερευνητικές εργασίες, σημειώσεις διαλέξεων και εγχειρίδια. Ως αποτέλεσμα δίνεται η δυνατότητα να δημιουργηθούν εκπαιδευτικά βοηθήματα που ενισχύουν τη μαθησιακή διαδικασία και επιταχύνουν τα διοικητικά καθήκοντα, βοηθώντας έτσι τους εκπαιδευτικούς να προσφέρουν στους μαθητές τους πιο εξατομικευμένες και εστιασμένες μαθησιακές εμπειρίες.

Εισαγωγή στο BERT

Πριν το 2018, που η Google παρουσίασε το BERT, αρκετά μοντέλα επεξεργάζονταν κείμενο διαδοχικά, λαμβάνοντας υπόψη μόνο το πλαίσιο των λέξεων που εμφανίζονταν πριν (ή σε ορισμένες περιπτώσεις, μετά) από μια δεδομένη φράση, με παραδείγματα αυτών των μοντέλων είναι τα LSTM (δίκτυα μακράς βραχυπρόθεσμης μνήμης) και ακόμη παλαιότερα μοντέλα μετασχηματιστών, με την ικανότητα του μοντέλου να αναπαριστά με ακρίβεια τις λεπτές αποχρώσεις και την πολυπλοκότητα της γλώσσας να περιοριζόταν συχνά από τη μονόδρομη φύση του [26]. Αντίθετα, το BERT προσέφερε μια αμφίδρομη τεχνική, η οποία λαμβάνει υπόψη το αριστερό και το δεξί πλαίσιο μιας λέξης σε μια πρόταση ταυτόχρονα, χρησιμοποιώντας το Masked Language Modeling (MLM), μια δραστηριότητα προεκπαίδευσης, όπου το μοντέλο είναι επιφορτισμένο με την πρόβλεψη των αρχικών λέξεων με βάση τα συμφραζόμενα, ενώ άλλες λέξεις σε μια πρόταση "μασκαρεύονται" (αντικαθίστανται με έναν αντικαταστάτη) τυχαία, βελτιώνοντας την κατανόηση του νοήματος, των σχέσεων των λέξεων και της γλωσσικής ροής από το BERT, επιτρέποντάς του να μάθει πλουσιότερες και ακριβέστερες αναπαραστάσεις των λέξεων σε σχέση με το πλαίσιο [27].



Διαφορές μεταξύ μονόδρομης και αμφίδρομης τεχνικής ανάλυσης

Το μοντέλο του μετασχηματιστή, πάνω στο οποίο βασίζεται η αρχιτεκτονική του BERT, είναι γνωστό ότι χρησιμοποιεί μηχανισμούς προσοχής για την αξιολόγηση της σχετικής συνάφειας διαφόρων λέξεων ή σημείων σε μια φράση, και επειδή μπορεί να αναλύει το κείμενο παράλληλα αντί για διαδοχικά χάρη στο πλαίσιο μετασχηματιστή, είναι πιο αποτελεσματικό στο να εντοπίζει εξαρτήσεις μεγάλης εμβέλειας μέσα σε φράσεις. Ως αποτέλεσμα, λειτουργεί ιδιαίτερα καλά για

απαιτητικές εργασίες NLP, όπως η αποκρυπτογράφηση περίπλοκων δομών φράσεων, η αναγνώριση σχέσεων μεταξύ κειμενικών στοιχείων και η κατανόηση διφορούμενων λέξεων.

Η διαδικασία προεκπαίδευσης και τελειοποίησης του BERT είναι αυτή που του δίνει τη μοναδική του ισχύ και προ-εκπαιδεύεται πρώτα με μη επιβλεπόμενη μάθηση σε ένα μεγάλο σώμα κειμένων (όπως η Wikipedia) προκειμένου να αποκτήσει γενικά γλωσσικά πρότυπα [28]. Αφού προ-εκπαιδευτεί, μπορεί να προσαρμοστεί για ορισμένες εργασίες με τη χρήση επισημασμένων δεδομένων, όπως η ταξινόμηση κειμένου, η ανάλυση συναισθήματος και η απάντηση ερωτήσεων, έχοντας αποτελέσει τη βάση για πολλά μοντέλα NLP τελευταίας τεχνολογίας λόγω της πολύ ευέλικτης προσέγγισής του για τη λεπτομερή ρύθμιση, που του επιτρέπει να προσαρμόζεται σε μια ποικιλία εργασιών NLP με μικρές αλλαγές σε συγκεκριμένες εργασίες.

Στο εκπαιδευτικό περιβάλλον, το BERT είναι ένα ανεκτίμητο εργαλείο για δραστηριότητες που απαιτούν κατανόηση, ταξινόμηση και αλληλεπίδραση με το κείμενο, λόγω της βαθιάς κατανόησης των σχέσεων και του νοήματος μέσα σε ένα κείμενο, με τον αμφίδρομο χαρακτήρα του να εγγυάται ότι μπορεί να διαχειριστεί απαιτητικές εκπαιδευτικές εργασίες που συνεπάγονται ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών, διάρθρωση εκπαιδευτικών πόρων ή διευκόλυνση της διαδραστικής μάθησης. Ως αποτέλεσμα, είτε πρόκειται για αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση, είτε για περίληψη περιεχομένου, είτε για απάντηση ερωτήσεων, οι δυνατότητες του BERT, επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιούν πιο προηγμένους, αποτελεσματικούς και προσαρμοσμένους διδακτικούς πόρους που ενισχύουν σημαντικά τη μαθησιακή διαδικασία.

Θεματική ανάλυση (Topic Modeling) στην Εκπαίδευση

Η ανάλυση θεμάτων (topic modeling) αποτελεί μια σύγχρονη και ευρέως διαδεδομένη μέθοδο εξόρυξης γνώσης από μεγάλα σύνολα εκπαιδευτικού κειμένου, επιτρέποντας τον εντοπισμό λανθανουσών θεματικών τάσεων χωρίς την ανάγκη προκαθορισμένων κατηγοριών. Η πιο δημοφιλής τεχνική είναι το Latent Dirichlet Allocation (LDA), το οποίο υποθέτει ότι κάθε έγγραφο αποτελεί μείγμα από διάφορα θέματα και κάθε θέμα χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο λέξεων με υψηλή πιθανότητα εμφάνισης.

Στην εκπαιδευτική έρευνα, το topic modeling έχει χρησιμοποιηθεί για την αυτόματη κατηγοριοποίηση μαθητικών απαντήσεων, την ανάλυση συζητήσεων σε διαδικτυακά μαθήματα (MOOCs), τον εντοπισμό τάσεων σε αξιολογήσεις διδασκόντων και τη χαρτογράφηση των

κυρίαρχων θεμάτων σε εκπαιδευτικό υλικό. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει στους ερευνητές και τους εκπαιδευτικούς να ανακαλύψουν μοτίβα που δεν είναι άμεσα ορατά με παραδοσιακές ποιοτικές μεθόδους, προσφέροντας μια αντικειμενική και επεκτάσιμη προσέγγιση στην ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων.

Η παρούσα διατριβή αξιοποιεί το LDA για την ανάλυση θεμάτων σε ελληνικά εκπαιδευτικά κείμενα, με στόχο την ανάδειξη των βασικών θεματικών που διατρέχουν το υλικό και τη σύνδεσή τους με τις εφαρμογές γλωσσικών μοντέλων όπως το BERT στην εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα της θεματικής ανάλυσης παρουσιάζονται και οπτικοποιούνται με το εργαλείο pyLDAvis, επιτρέποντας την ερμηνεία και αξιολόγηση της θεματικής ποικιλίας και της διακριτότητας των θεμάτων που εντοπίστηκαν.

Εφαρμογές του BERT στην εκπαίδευση

Ταξινόμηση κειμένου

Η αξιοσημείωτη ικανότητα του BERT για πολύ ακριβή ταξινόμηση κειμένου είναι μία από τις πιο χρήσιμες εφαρμογές του στον εκπαιδευτικό τομέα, απορρέοντας από τη θεμελιώδη αρχιτεκτονική της BERT, που είναι κατασκευασμένη για να επεξεργάζεται κείμενο με αμφίδρομο τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις λέξεις που προηγούνται όσο και τις λέξεις που ακολουθούν, προκειμένου να κατανοήσει το πλαίσιο. Λόγω αυτής της αμφίδρομης προσέγγισής του, είναι ιδιαίτερα καλό σε εργασίες όπως η ταξινόμηση κειμένου, επειδή μπορεί να κατανοήσει τις πολύπλοκες και λεπτές σχέσεις μεταξύ λέξεων, φράσεων και προτάσεων, πράγμα απαραίτητο για την ταξινόμηση και την οργάνωση του ποικίλου εκπαιδευτικού υλικού στο πλαίσιο της εκπαίδευσης.

Ένας τομέας στον οποίο οι δυνατότητες ταξινόμησης της BERT μπορούν να φανούν αρκετά χρήσιμες είναι η βαθμολόγηση των δοκιμών, που ιστορικά ήταν μια επίπονη διαδικασία που απαιτούσε από τους καθηγητές να αξιολογήσουν διάφορους παράγοντες, όπως η γλώσσα, η δομή, η συνοχή, η ποιότητα των επιχειρημάτων και η συνάφεια του θέματος. Με τη λεπτομερή ρύθμιση για την αξιολόγηση αυτών των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών, το BERT μπορεί να εντοπίζει

αυτόματα τάσεις και να ομαδοποιεί το περιεχόμενο σε σχετικές κατηγορίες, όπως για παράδειγμα μπορεί να εκπαιδευτεί ώστε να προσδιορίζει αν ένα δοκίμιο τηρεί τις δεδομένες απαιτήσεις συγγραφής, παρουσιάζει συνεκτικά επιχειρήματα ακολουθώντας ένα λογικό πλαίσιο [29]. Εκτός από τη βαθμολόγηση του δοκιμίου, το BERT μπορεί ακόμα να παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με τυπικά προβλήματα, όπως γραμματικά σφάλματα ή έλλειψη συνοχής, δίνοντας στους μαθητές μια σε βάθος κατανόηση του γραπτού τους, υπόσχοντας έτσι ένα πιο δίκαιο και αμερόληπτο σύστημα βαθμολόγησης πέρα από την εξοικονόμηση χρόνου για τους καθηγητές.

Οι δεξιότητες ταξινόμησης κειμένων του BERT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περισσότερα πράγματα από τη βαθμολόγηση, όπως για τη διαχείριση και την οργάνωση του εκπαιδευτικού υλικού, με την εύρεση περιεχομένου που είναι σχετικό, βοηθώντας τους καθηγητές σε συγκεκριμένα μαθηματα ή εργασίες που παίρνουν μέρος τα οποία πιθανόν να αποτελούν πονοκέφαλο για τους εκπαιδευτικούς, επειδή υπάρχουν τόσες πολλές διαθέσιμες πηγές, συμπεριλαμβανομένων καταλόγων ανάγνωσης, σχεδίων μαθημάτων και ερευνητικών άρθρων [30]. Τα σχέδια μαθήματος και άλλο εκπαιδευτικό υλικό μπορούν να κατηγοριοποιηθούν αυτόματα με τη χρήση του BERT σύμφωνα με το κύριο θέμα ή τη θεματική τους εστίαση. Μπορεί να ταξινομήσει για παράδειγμα τις πληροφορίες με βάση τα κύρια θέματα ενός μαθήματος, όπως η βιολογία, η ιστορία ή τα μαθηματικά. Ως αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να μπορούν να βρίσκουν ευκολότερα και γρηγορότερα τις σχετικές πληροφορίες με τη χρήση αυτής της προσέγγισης ταξινόμησης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια ποικιλία υλικών, συμπεριλαμβανομένων διαδικτυακών πόρων, βιντεοδιαλέξεων, σχολικών βιβλίων και άρθρων.

Επιπλέον, οι μεγάλες θεματικές ομάδες δεν είναι οι μόνοι περιορισμοί αυτής της ταξινόμησης, με το BERT να μπορεί να προσαρμοστεί για να κατηγοριοποιήσει το διδακτικό υλικό σε πιο εστιασμένα θέματα. Για να διασφαλιστεί ότι οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εντοπίζουν και να χρησιμοποιούν εξαιρετικά εξειδικευμένες πηγές ανάλογα με τις διδακτικές τους ανάγκες, το BERT μπορεί, για παράδειγμα, να ομαδοποιήσει το περιεχόμενο σε κατηγορίες όπως ο Εμφύλιος Πόλεμος, η Αρχαία Ρώμη ή η Αναγέννηση σε ένα μάθημα ιστορίας, δημιουργώντας ακόμη περισσότερες ευκαιρίες για αποτελεσματική διαχείριση των πόρων.

Επιπλέον, το μοντέλο εκπαιδεύεται σε μεγάλα σύνολα δεδομένων με επισημασμένα παραδείγματα ως μέρος της διαδικασίας εκμάθησης του BERT, επιτρέποντάς του να αυξάνει σταδιακά την ακρίβεια κατηγοριοποίησής του, μπορώντας να βελτιώσει την κατανόηση του περίπλοκου εκπαιδευτικού υλικού και να παράγει ακριβέστερες ταξινομήσεις καθώς διατίθενται περισσότερα δεδομένα με ετικέτες. Λόγω αυτής της συνεχούς διαδικασίας μάθησης, το BERT εγγυείται ότι θα προσαρμόζεται στις τροποποιήσεις των εκπαιδευτικών δεδομένων και θα

συνεχίσει να αποτελεί μια χρήσιμη πηγή τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους εκπαιδευόμενους, επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να αυξήσουν την οργάνωση, να εξοικονομήσουν χρόνο και να αποκτήσουν πρόσβαση σε περισσότερους συναφείς πόρους.

Απάντηση σε ερωτήσεις

Η τροφοδότηση συστημάτων απάντησης ερωτήσεων (QA), τα οποία μπορούν να χρησιμεύσουν ως έξυπνοι, καθοδηγούμενοι από τεχνητή νοημοσύνη δάσκαλοι ή βοηθοί, είναι μια άλλη εξαιρετικά χρήσιμη εφαρμογή του BERT στην εκπαίδευση, με τους μαθητές συχνά να θέτουν συγκεκριμένες ερωτήσεις σχετικά με την ύλη των μαθημάτων, να χρειάζονται βοήθεια σε εργασίες ή να ζητούν διευκρινίσεις για θέματα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα [31]. Οι καθηγητές ή οι δάσκαλοι πρέπει συνήθως να είναι διαθέσιμοι για να απαντήσουν σε τέτοιες ερωτήσεις, κάτι που δεν είναι πάντα εφικτό, ιδίως σε μεγάλα μαθήματα με υψηλό αριθμό μαθητών ή φοιτητών, με το BERT να μπορεί να καλύψει αυτό το κενό και να βελτιώσει την εκπαιδευτική διαδικασία στο σύνολό της προσφέροντας άμεσες, εξατομικευμένες απαντήσεις στα ερωτήματα των μαθητών.

Προκειμένου να λειτουργήσει ένα σύστημα ερωταπαντήσεων βασισμένο στο BERT, το ερώτημα του μαθητή πρέπει να αναλυθεί προκειμένου να εξαχθεί το πιο σχετικό υλικό από τις ακαδημαϊκές πηγές, όπως ερευνητικές εργασίες, σημειώσεις διαλέξεων, εγχειρίδια και άρθρα στο διαδίκτυο, με την αμφίδρομη κατεύθυνση, ή την συνεκτίμηση τόσο του προηγούμενου όσο και του επόμενου πλαισίου των λέξεων σε μια πρόταση, να είναι το κύριο πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής του. Ως αποτέλεσμα καθίσταται δυνατή η κατανόηση των λεπτών αποχρώσεων της ερώτησης, η σωστή ερμηνεία του νόηματός της και η εξαγωγή των δεδομένων που αφορούν συγκεκριμένα την έρευνα του μαθητή, καθώς, όταν ένας μαθητής ρωτά για ένα ιστορικό γεγονός, για παράδειγμα, το BERT μπορεί να εξετάσει την ερώτηση, να τη συγκρίνει με σχετικά αποσπάσματα σε ένα σχολικό βιβλίο και στη συνέχεια να δώσει μια απάντηση που υποστηρίζεται από πληροφορίες από την αρχική πηγή.

Επειδή οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιούν το σύστημα QA για να λαμβάνουν απαντήσεις σε πραγματικό χρόνο στα ερωτήματά τους, αυτό το λογισμικό είναι πολύ χρήσιμο για τη βοήθεια στο σπίτι και την προετοιμασία για τις εξετάσεις, με έναν μαθητή που εργάζεται πάνω σε ένα μαθηματικό ζήτημα, για παράδειγμα, να μπορεί να ζητήσει από το BERT να τον καθοδηγήσει στη διαδικασία επίλυσης της εξίσωσης [32]. Αφού εξάγει τη σχετική διαδικασία από το σχολικό βιβλίο, το BERT μπορεί να προσφέρει τη λύση και να διευκρινίσει τη λογική πίσω από κάθε στάδιο, ενισχύοντας την κατανόηση του μαθητή, με τον τρόπο που οι έννοιες προσαρμόζονται στις ατομικές του ανάγκες, ενώ παράλληλα μπορεί να παράγει επεξηγήσεις που προσαρμόζονται στο

επίπεδο κατανόησης του μαθητή, εξασφαλίζοντας ότι οι απαντήσεις δίνονται με προσιτό και σαφή τρόπο.

Τα συστήματα QA που λειτουργούν με BERT μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς που δεν είναι πάντα σε θέση να δώσουν σε κάθε μαθητή την πλήρη προσοχή τους σε μεγαλύτερες τάξεις, ειδικά σε περιπτώσεις που οι μαθητές εργάζονται ανεξάρτητα ή κατά τη διάρκεια ταραχώδους περιόδου, όπως η προετοιμασία εξετάσεων, οι εκπαιδευτικοί μπορεί να δυσκολεύονται να απαντήσουν σε κάθε ερώτηση. Οι βοηθοί που βασίζονται στο ALBERT, από την άλλη πλευρά, μπορούν να απαντήσουν άμεσα σε πολλές ερωτήσεις ταυτόχρονα, προσφέροντας μια επαρκή λύση για την ικανοποίηση των αναγκών κάθε μαθητή, δημιουργώντας ένα εξατομικευμένο περιβάλλον μάθησης, όπου κάθε μαθητής μπορεί να λάβει βοήθεια αμέσως ανεξάρτητα από το μέγεθος της τάξης ή τη διαθεσιμότητα του καθηγητή [33].

Επιπλέον, οι διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης που επιτρέπουν στους μαθητές να υποβάλλουν ερωτήσεις σχετικά με το υλικό των μαθημάτων ανά πάσα στιγμή θα μπορούσαν να ενσωματώσουν αυτά τα συστήματα ελέγχου ποιότητας με βάση την τεχνητή νοημοσύνη, με τους μαθητές για παράδειγμα να μπορούν να υποβάλλουν ερωτήσεις σχετικά με ιδέες που δεν κατανόησαν πλήρως ή για τις οποίες χρειάζονται διευκρινίσεις μετά από μια διάλεξη [34]. Το BERT είναι σε θέση να κατανοήσει τα ερωτήματά τους, να αναζητήσει το υλικό της διάλεξης και να προσφέρει μια εμπειρισταωμένη, κατάλληλη για το πλαίσιο αυτό απάντηση, μπορώντας να απαντήσει με τρόπο συνομιλίας προσομοιώνοντας την κατανόηση σε ανθρώπινο επίπεδο, κάνοντας τις πληροφορίες που παρουσιάζονται να φαίνονται φυσικές και κατανοητές. Δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με το μαθησιακό υλικό πιο ανεξάρτητα, η χρήση του BERT στην απάντηση των ερωτήσεων προωθεί επίσης την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, με τους μαθητές να μπορούν να χρησιμοποιούν το σύστημα TN για να βρίσκουν απαντήσεις μόνοι τους αντί να εξαρτώνται μόνο από τους συμμαθητές ή τους καθηγητές, οδηγώντας στην μάθηση να γίνεται πιο δυναμική και οι μαθητές ενθαρρύνονται να διερευνήσουν τα θέματα ανεξάρτητα με την υποστήριξη ενός έμπειρου καθηγητή.

Περίληψη κειμένου

Μια από τις πιο χρήσιμες και αποτελεσματικές χρήσεις του BERT στο εκπαιδευτικό περιβάλλον είναι η περίληψη κειμένου, ιδίως όταν εργάζεται με τεράστιες ποσότητες περίπλοκου υλικού, όπως διαλέξεις, εγχειρίδια, ερευνητικές εργασίες και επιστημονικά άρθρα, με τον τεράστιο όγκο ανάγνωσης που πρέπει να κατανοήσουν οι μαθητές στις σημερινές τάξεις συχνά να τους καταβάλλει καθώς μπορεί να είναι δύσκολο και χρονοβόρο να εξάγουν σημαντικές πληροφορίες

από αυτά τα κείμενα [35]. Ως αποτέλεσμα, η ποιοτική περίληψη μειώνει το γνωστικό φορτίο της ταξινόμησης πυκνών πληροφοριών, ενώ παράλληλα βοηθά τους μαθητές να επικεντρωθούν στα πιο κρίσιμα στοιχεία του θέματος, ενισχύοντας την κατανόηση.

Ο αμφίδρομος χαρακτήρας του BERT, ο οποίος του επιτρέπει να κατανοεί πλήρως τις σχέσεις μεταξύ λέξεων και προτάσεων σε ένα δεδομένο πλαίσιο, αποτελεί το θεμέλιο των δυνατοτήτων σύνοψης κειμένου, καθιστώντας δυνατή την αναγνώριση των πιο κρίσιμων εννοιών σε ένα βιβλίο, να κατανοεί πώς αυτές σχετίζονται με το θέμα στο σύνολό του και να παρέχει περιλήψεις που αναδεικνύουν αυτές τις βασικές ιδέες αφήνοντας έξω άσχετες ή περιττές λεπτομέρειες. Όταν πρόκειται για την περίληψη ενός κεφαλαίου ενός σχολικού βιβλίου, για παράδειγμα, η BERT μπορεί να αποστάξει και να τονίσει τις βασικές ιδέες και θεωρίες που προσφέρονται, καθιστώντας τις συντομότερες και ευκολότερα κατανοητές, βοηθώντας τους φοιτητές που μπορεί να έχουν περιορισμένο χρόνο ή να δυσκολεύονται να διαβάσουν μακροσκελή, περίπλοκα κεφάλαια.

Τα εργαλεία σύνοψης με βάση το BERT μπορούν να είναι εξαιρετικά χρήσιμα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, καθώς οι φοιτητές είναι συχνά υποχρεωμένοι να διαβάζουν εκτεταμένη ακαδημαϊκή βιβλιογραφία και ερευνητικά έγγραφα, με τα ακαδημαϊκά έγγραφα μπορεί να περιέχουν πολύπλοκη τεχνική ορολογία, ορολογία και εμπειρισματοωμένες εξηγήσεις που μπορεί να είναι αποθαρρυντικό να διαβαστούν στο σύνολό τους, αν και είναι απαραίτητα για την εις βάθος κατανόηση του θέματος. Οι φοιτητές μπορούν να επικεντρωθούν στα πιο σημαντικά στοιχεία του περιεχομένου, αποκτώντας ταχεία πρόσβαση στα κύρια συμπεράσματα, επιχειρήματα και ευρήματα, χρησιμοποιώντας το BERT για τη σύνοψη του εν λόγω υλικού, βοηθώντας τους μαθητές να αλληλεπιδράσουν με το υλικό με μεγαλύτερη επιτυχία και να κάνουν τις εργασίες ανάγνωσης ευκολότερα διαχειρίσιμες. Η κατανόηση της γλώσσας σε συνάρτηση με τα συμφοραζόμενα του BERT είναι ένα από τα κύρια πλεονεκτήματά του όσον αφορά την περίληψη κειμένου, εξετάζοντας το πλήρες πλαίσιο κάθε λέξης ή φράσης σε μια πρόταση, σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους περίληψης που θα μπορούσαν να βασίζονται σε απλή εξαγωγή λέξεων-κλειδιών ή σε κατάταξη προτάσεων, επιτρέποντας την παραγωγή περιλήψεων που είναι ακριβείς, σχετικές και περιεκτικές [36]. Για παράδειγμα, μπορεί να συμπυκνώσει τα κύρια συμπεράσματα, τις ερευνητικές μεθοδολογίες και τις σημαντικές ανακαλύψεις ενός επιστημονικού άρθρου σχετικά με την κλιματική αλλαγή χωρίς να αποκρύψει το νόημα του εξειδικευμένου λεξιλογίου ή των τεχνικών όρων, με το τελικό προϊόν να είναι μια σύνοψη που διατηρεί τις κύριες ιδέες του υλικού, ενώ το καθιστά ευκολότερο για την κατανόηση από ένα ευρύτερο κοινό.

Επιπλέον, το BERT μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να παράγει περιλήψεις με διαφορετικό βαθμό βάθους ανάλογα με την εκάστοτε εκπαιδευτική κατάσταση ή τις ανάγκες του μαθητή, με

μια πιο εμπειρισταωμένη περίληψη να μπορεί να περιέχει παραδείγματα, επεξηγήσεις και συνδέσμους σε συναφείς έννοιες, ενώ μια συνοπτική περίληψη μπορεί απλώς να τονίζει τις βασικές ιδέες ενός κεφαλαίου, ικανοποιώντας διαφορετικές μαθησιακές προτιμήσεις και ακαδημαϊκές απαιτήσεις, από εκείνους που χρειάζονται βαθύτερη κατανόηση του αντικειμένου μέχρι εκείνους που θέλουν μια υψηλού επιπέδου επισκόπηση. Τα χαρακτηριστικά σύνοψης κειμένου του BERT μπορούν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των μαθησιακών πλατφορμών, εκτός από το να βοηθήσουν τους μαθητές στην επεξεργασία και κατανόηση τεράστιων όγκων υλικού, με τις πλατφόρμες να μπορούν να παρέχουν στους μαθητές άμεση πρόσβαση σε σημαντικά μαθήματα χωρίς να τους αναγκάζουν να διαβάζουν μακροσκελείς δημοσιεύσεις, αυτοματοποιώντας τη σύνοψη του εκπαιδευτικού περιεχομένου, βοηθώντας τους μαθητές να επικεντρωθούν σε σημαντικές λεπτομέρειες που βελτιώνουν την κατανόηση του θέματος, εξοικονομούν χρόνο και αυξάνουν την παραγωγικότητα.

Επιπλέον, η περίληψη κειμένου δεν περιορίζεται σε επιστημονικές δημοσιεύσεις και εγχειρίδια, με το BERT, για παράδειγμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη γρήγορη σύνοψη των βασικών ιδεών που καλύπτονται στην τάξη, συνοψίζοντας σημειώσεις διαλέξεων, απομαγνητοφωνήσεις βίντεο ή ακόμη και πίνακες συζητήσεων [37]. Ως αποτέλεσμα εξυπηρετεί τους φοιτητές που έχασαν μια διάλεξη ή χρειάζονται μια ανανέωση σε ένα συγκεκριμένο θέμα, ενώ παράλληλα οι εκπαιδευτικοί μπορούν να διασφαλίσουν ότι οι φοιτητές έχουν γρήγορη πρόσβαση σε συμπυκνωμένο περιεχόμενο που ενισχύει τις κύριες ιδέες της μελέτης τους.

Απλοποιώντας τη διαδικασία δημιουργίας και αξιολόγησης πληροφοριών, αυτές οι εφαρμογές BERT μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς, εκτός από το να κάνουν τη μάθηση πιο προσιπή στους μαθητές. Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα να μπορούν να δημιουργήσουν πιο αποτελεσματικά, προσαρμοσμένα και ανταποκρινόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα αξιοποιώντας τις δυνατότητες της BERT στην ταξινόμηση κειμένων, την απάντηση ερωτήσεων και την περίληψη, μειώνοντας τον διοικητικό φόρτο εργασίας, δίνοντας στα παιδιά εξατομικευμένη διδασκαλία και τελικά αυξάνοντας τα εκπαιδευτικά πρότυπα παντού.

Κεφάλαιο 5: Προκλήσεις και δεοντολογικοί προβληματισμοί

Η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση εξελίσσεται ραγδαία, φέρνοντας μαζί της τόσο υποσχέσεις όσο και ορισμένες δυσκολίες και ηθικά αινίγματα που πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά, με την εφαρμογή των τεχνολογιών ΤΝ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα να μην είναι καθόλου απλή, ακόμη και αν παρέχουν ισχυρά εργαλεία για την αύξηση της μάθησης, την αύξηση της προσβασιμότητας και την απλούστευση των διοικητικών καθηκόντων. Για να διασφαλιστεί ότι η ΤΝ βοηθά όλους τους ενδιαφερόμενους ισότιμα και υπεύθυνα, οι προγραμματιστές, οι κυβερνήσεις και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα πρέπει να απαντήσουν αποτελεσματικά στις περίπλοκες ανησυχίες που αφορούν την ποιότητα των δεδομένων, τις προκαταλήψεις των μοντέλων, την προσαρμογή των χρηστών και τη δεοντολογική διακυβέρνηση.



Αξίες σωστών δεδομένων

Η ποιότητα και η προσβασιμότητα των δεδομένων αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα τεχνικά εμπόδια. Τα μεγάλα, ποικίλα και καλά δομημένα σύνολα δεδομένων είναι απαραίτητα για να λειτουργούν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης με δίκαιο και ακριβή τρόπο, οδηγώντας συχνά

στη συλλογή ιδιωτικών δεδομένων μαθητών, εγείροντας αμέσως ερωτήματα σχετικά με τη συγκατάθεση, την προστασία της ιδιωτικής ζωής και τη δίκαιη αναπαράσταση δεδομένων στο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Τα μεροληπτικά ή χαμηλής ποιότητας σύνολα δεδομένων μπορούν να οδηγήσουν σε μοντέλα που δίνουν λανθασμένα αποτελέσματα ή διαιωνίζουν τις υπάρχουσες διαφορές, ώντας προβληματικό όταν τα μοντέλα χρησιμοποιούνται για τη λήψη σημαντικών επιλογών όπως η εισαγωγή ή η βαθμολόγηση [38].

Τα παραπάνω τεχνικά ζητήματα συνοδεύονται από εμπόδια που επικεντρώνονται στους ανθρώπους, με τόσο τους εκπαιδευτικούς όσο και τους εκπαιδευόμενους να πρέπει να προσαρμοστούν στις νέες τεχνολογίες που αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο, μαθαίνουν και διδάσκουν. Όταν η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται στην τάξη, συχνά απαιτεί την ανάπτυξη νέων ψηφιακών δεξιοτήτων και εγείρει ανησυχίες σχετικά με την αυτονομία, την εμπιστοσύνη και τον εξελισσόμενο ρόλο του εκπαιδευτικού, ενώ χωρίς τη σωστή διδασκαλία και την εμπειριστατωμένη κατανόηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών της ΤΝ, οι εκπαιδευτικοί θα ήταν απρόθυμοι να υιοθετήσουν την τεχνολογία [39].

Στο κεφάλαιο αυτό καλύπτονται επίσης σημαντικά ηθικά θέματα, ιδίως η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη λήψη αποφάσεων, με την διαφάνεια, την ισότητα και την λογοδοσία να είναι σημαντικές καθώς οι τεχνολογίες αρχίζουν να αυτοματοποιούν διαδικασίες όπως η εξέταση δοκιμών. Κάπου εδώ τίθεται το ερώτημα, του ποιος λαμβάνει τις αποφάσεις για μια ΤΝ, και αν είναι δυνατόν οι μαθητές να αμφισβητήσουν έναν βαθμό που παράγεται από αλγόριθμο; Πραγματικά πώς μπορούμε να εγγυηθούμε ότι αυτά τα συστήματα διατηρούν την ανθρώπινη εποπτεία και σέβονται τα δικαιώματα των μαθητών;

Τέλος, το θεμέλιο της εφαρμογής της ΤΝ στην εκπαίδευση με ηθικό τρόπο είναι η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η ασφάλεια των δεδομένων, με την διασφάλιση των ακαδημαϊκών και προσωπικών δεδομένων των μαθητών να καθίσταται απαραίτητη και όχι επιλογή, καθώς τα συστήματα που βασίζονται στο νέφος και η εξατομίκευση με βάση τα δεδομένα γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα. Το παρόν κεφάλαιο θα εξετάσει πώς οι προγραμματιστές και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα μπορούν να σχεδιάσουν διαφανή, ασφαλή συστήματα που τηρούν τις νομικές απαιτήσεις και τους ηθικούς κανόνες, διασφαλίζοντας ότι τα εργαλεία ΤΝ ενισχύουν την εκπαίδευση χωρίς να θυσιάζονται τα θεμελιώδη δικαιώματα.

Προκλήσεις της εφαρμογής της ΤΝ στην εκπαίδευση:

Διαθεσιμότητα και ποιότητα δεδομένων

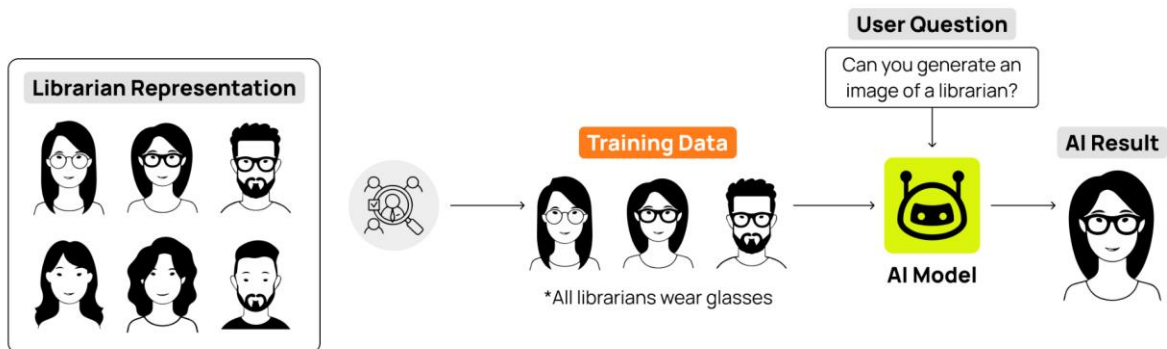
Τα υψηλής ποιότητας, αντιπροσωπευτικά δεδομένα είναι μία από τις θεμελιώδεις προϋποθέσεις για την επιτυχή ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση, με μεγάλος όγκος δεδομένων εκπαίδευσης να είναι απαραίτητος για τα μοντέλα ΤΝ, ιδιαίτερα από εκείνα που βασίζονται στη μηχανική μάθηση και την επεξεργασία φυσικής γλώσσας, εντοπίζοντας μοτίβα, κατανοώντας το πλαίσιο και παράγοντας ακριβείς προβλέψεις ή ταξινομήσεις. Τα αρχεία επιδόσεων των μαθητών, οι βαθμολογίες των εξετάσεων, οι γραπτές εργασίες, τα ημερολόγια παρουσίας, ακόμη και τα δεδομένα αλληλεπίδρασης από πλατφόρμες μάθησης μπορούν να θεωρηθούν πηγές δεδομένων σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Ωστόσο, το διαμέτρημα και η ποικιλία των δεδομένων στα οποία εκπαιδεύεται ένα σύστημα ΤΝ επηρεάζει άμεσα το πόσο χρήσιμο είναι, με ανακριβή αποτελέσματα από ανεπαρκή ή κακής ποιότητας σύνολα δεδομένων δυνητικά να μειώνουν την αποτελεσματικότητα του μοντέλου και ενδεχομένως να διαβρώνουν την εμπιστοσύνη στις πηγές μάθησης με τη βοήθεια της ΤΝ [40].

Για να εξασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η ισότητα των συστημάτων ΤΝ που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση, η ακρίβεια και η αντιπροσωπευτικότητα είναι απαραίτητες. Εκτός από το να είναι απαλλαγμένα από λάθη και ασυνέπειες, τα υψηλής ποιότητας εκπαιδευτικά δεδομένα θα πρέπει επίσης να αντιπροσωπεύουν την ποικιλία του μαθητικού σώματος που προορίζονται να εξυπηρετήσουν, καλύπτοντας τις διαφορές στις ακαδημαϊκές ικανότητες, τα μαθησιακά στυλ, το πολιτισμικό υπόβαθρο, την τοποθεσία και την κοινωνικοοικονομική κατάσταση. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης που βασίζονται σε δεδομένα που είναι προκατειλημμένα προς έναν συγκεκριμένο πληθυσμό, όπως μαθητές από εύπορα αστικά σχολεία, μπορεί να δυσκολευτούν να κατανοήσουν ή να βοηθήσουν παιδιά από υποεκπροσωπούμενες ή μειονεκτούσες ομάδες, με παράδειγμα ένα πρόγραμμα διδασκαλίας με τεχνητή νοημοσύνη που έχει ως στόχο την προσαρμογή των εκπαιδευτικών εμπειριών: Το μοντέλο μπορεί να εσωτερικεύσει υποθέσεις σχετικά με τον ρυθμό, το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών ή ακόμη και τη χρήση της γλώσσας, εάν η πλειονότητα των δεδομένων εκπαίδευσης προέρχεται από παραδείγματα παιδιών με υψηλές επιδόσεις σε αστικά περιβάλλοντα. Η προσέγγιση μπορεί να μην προσφέρει κατάλληλη ή εύκολα διαθέσιμη υποστήριξη όταν χρησιμοποιείται σε σχολεία με χαμηλό εισόδημα ή αγροτικά σχολεία, όπου τα παιδιά μπορεί να αντιμετωπίζουν εντελώς διαφορετικά εμπόδια, όπως περιορισμένη πρόσβαση στην τεχνολογία, λιγότερους ακαδημαϊκούς πόρους ή διάφορες διαλέκτους και πολιτισμικές

αναφορές, οδηγώντας σε κακές επιδόσεις και, το σημαντικότερο, στην ενίσχυση των ήδη υπάρχουσών εκπαιδευτικών ανισοτήτων αντί για τη μείωσή τους [41]. Επιπλέον, αυτές οι προκαταλήψεις δεν είναι πάντα άμεσα εμφανείς, καθώς ακόμη και αν ένα μοντέλο TN φαίνεται να λειτουργεί καλά συνολικά, η χρήση του με μαθητές που δεν ανήκουν στην κατανομή εκπαίδευσης μπορεί να μειώσει δραστικά την ακρίβειά του, έχοντας σοβαρές επιπτώσεις ειδικά όταν εφαρμόζεται σε εργασίες υψηλού κινδύνου, όπως η βαθμολόγηση, ο έλεγχος εισακτέων ή ο εντοπισμός μαθητών που κινδυνεύουν. Ο ίδιος ο στόχος της χρήσης της TN στην εκπαίδευση θα μπορούσε να υπονομευθεί εάν οι μαθητές τιμωρούνται άδικα ή αγνοούνται ως αποτέλεσμα ανακριβών προβλέψεων σε αυτούς τους τομείς, απαιτώντας την ιεράρχηση της ποικιλίας δεδομένων κατά τη δημιουργία και την εκπαίδευση των μοντέλων για τη μείωση αυτών των κινδύνων. Για να εξασφαλιστεί ότι τα τελικά συστήματα TN είναι περιεκτικά και γενικεύσιμα, τα εκπαιδευτικά σύνολα δεδομένων θα πρέπει να καλύπτουν σκόπιμα ένα ευρύ φάσμα εμπειριών και καταστάσεων των μαθητών, υποστηρίζοντας την ηθική απαίτηση της εκπαιδευτικής δικαιοσύνης, ενώ παράλληλα βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα του μοντέλου σε πολλά πλαίσια.

What is stereotyping bias in AI?

cut-the-saas.com



Stereotype bias occurs when certain characteristics are unfairly generalized to a group based on limited observations.

In this case, the training data shows all librarians wearing glasses, leading the model to reinforce the stereotype by consistently depicting librarians with glasses.

Παράδειγμα αλγοριθμικού bias <https://www.cut-the-saas.com/learn-prompting-ai-bias>

Η ακρίβεια και η αξιοπιστία των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης επηρεάζονται σημαντικά από τον τρόπο διάταξης και σχολιασμού του εκπαιδευτικού υλικού, με τα μοντέλα TN να βασίζονται κυρίως σε μοτίβα που βρίσκονται σε επισημασμένα δεδομένα προκειμένου να

κατανοήσουν πώς να εκτελούν εργασίες όπως η βαθμολόγηση, η σύσταση περιεχομένου ή η προσαρμοσμένη ανατροφοδότηση. Η διαδικασία μάθησης της TN μπορεί να παρεμποδιστεί από ανακριβή επισημείωση, ασαφές πλαίσιο ή ακατάλληλα οργανωμένα υποκείμενα δεδομένα, ώντας ιδιαίτερα σημαντικό στον τομέα της εκπαίδευσης, όπου οι υποκειμενικές ερμηνείες και οι διαφοροποιημένες αξιολογήσεις είναι συχνές και απαιτούν σχολαστικά επεξεργασμένα πρότυπα σχολιασμού, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στη βαθμολόγηση δοκιμών. Προκειμένου να εκπαιδευτεί ένα μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης για τη βαθμολόγηση δοκιμών, για παράδειγμα, τα δεδομένα εισόδου πρέπει να περιέχουν όχι μόνο τις υποβολές των φοιτητών αλλά και τα κριτήρια αξιολόγησης και τους σχετικούς βαθμούς που χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπινους εκπαιδευτές, χρησιμοποιώντας αυτές τις ετικέτες ως οδηγό για να καθορίσει τι καθιστά μια απάντηση υψηλής ή χαμηλής ποιότητας, με το μοντέλο ωστόσο να δυσκολεύεται να μάθει μια συνεπή τεχνική βαθμολόγησης, εάν τα δεδομένα βαθμολόγησης περιέχουν ασυνέπειες, όπως το να δίνουν διαφορετικοί καθηγητές σε παρόμοιες απαντήσεις διαφορετικές βαθμολογίες βάσει υποκειμενικών παραγόντων. Όταν η τεχνολογία χρησιμοποιείται σε πραγματικές καταστάσεις, μπορεί να οδηγήσει σε άδικα ή μη αναμενόμενα αποτελέσματα, ενώ παράλληλα η λανθασμένη ταξινόμηση του περιεχομένου μπορεί να οδηγήσει σε αποκλίσεις μεταξύ αυτού που θέλουν οι εκπαιδευτές και αυτού που ερμηνεύει η TN, με το μοντέλο να μπορεί να παρουσιάσει περιεχόμενο που είναι είτε πολύ εύκολο είτε πολύ περίπλοκο για τον εκπαιδευόμενο. Για παράδειγμα, μπορεί το εκπαιδευτικό υλικό να επισημανθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη το παιδαγωγικό του πλαίσιο, σαν την ταξινόμηση μιας διάλεξης προχωρημένης φυσικής ως εισαγωγικής λόγω της επικάλυψης λέξεων-κλειδιών, δυσκολευοντας αντί να διευκολύνουν τη μάθηση όταν οι σπουδαστές εξαρτώνται από πόρους που βασίζονται στην TN για ανεξάρτητη μελέτη ή ανάπτυξη δεξιοτήτων. Για να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια, πρέπει να χρησιμοποιούνται σαφείς, συνεπείς και με επίγνωση του πλαισίου τεχνικές σχολιασμού κατά την επιμέλεια εκπαιδευτικών δεδομένων, με την διασφάλιση της αξιοπιστίας μεταξύ των ανθρώπινων σχολιαστών, την δημιουργία ομοιόμορφων αξιολογήσεων για υποκειμενικές εργασίες και την επαλήθευση της οργάνωσης και της επισημάνσης του περιεχομένου σε διάφορους τομείς και μαζί τα εκπαιδευτικά επίπεδα να αποτελούν μέρος αυτού. Ακόμα και πολύ προηγμένα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης όπως το BERT μπορεί να παράγουν αποτελέσματα που παραπνοούν τους μαθησιακούς στόχους ή υπολείπονται των απαιτήσεων των εκπαιδευόμενων ελλείψει αυτών των προστατευτικών μέτρων, με την ποιότητα και την σαφήνεια των δεδομένων στα οποία εκπαιδεύεται ένα σύστημα TN να καθορίζει ουσιαστικά την ποιότητα των επιδόσεών του, ισχύοντας ιδιαίτερα στον περίπλοκο και πλούσιο σε μεταβολές τομέα της εκπαίδευσης [42].

Η εφαρμογή των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στον εκπαιδευτικό κλάδο παρεμποδίζεται σημαντικά από την ευαίσθητη φύση των εκπαιδευτικών δεδομένων, με τις εκπαιδευτικές εφαρμογές που βασίζονται στην ΤΝ να μπορούν να χρησιμοποιούν δεδομένα όπως ακαδημαϊκά αρχεία μαθητών, τάσεις συμπεριφοράς, δημογραφικά προφίλ, ακόμη και βιομετρικές πληροφορίες, που λόγω της εξαιρετικά ιδιωτικής τους φύσης, διέπονται από αυστηρούς νόμους περί προστασίας της ιδιωτικής ζωής που αποσκοπούν στη διασφάλιση της ταυτότητας και των δικαιωμάτων των μαθητών. Οι αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τη συλλογή, την αποθήκευση και την επεξεργασία αυτών των δεδομένων επιβάλλονται από νόμους όπως ο νόμος περί οικογενειακών εκπαιδευτικών δικαιωμάτων και απορρήτου (FERPA) στις ΗΠΑ και ο γενικός κανονισμός για την προστασία δεδομένων (GDPR) στην ΕΕ, όπου αν και είναι απαραίτητοι για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των φοιτητών, θέτουν επίσης περιορισμούς στους προγραμματιστές και τους ερευνητές που θέλουν να δημιουργήσουν και να βελτιώσουν μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης. Για να λειτουργήσουν σωστά, πολλές εφαρμογές ΤΝ -ιδιαίτερα αυτές που βασίζονται στη βαθιά μάθηση, όπως το BERT, χρειάζονται πρόσβαση σε τεράστια, ποικίλα σύνολα δεδομένων, ώντας συχνά κατακερματισμένα, ανωνυμοποιημένα σε σημείο που να είναι λιγότερο συναφή ή εντελώς απρόσιτα σε τρίτους λόγω των δεοντολογικών και νομικών περιορισμών που περιβάλλουν τα εκπαιδευτικά δεδομένα, οδηγώντας σε μια θεμελιώδη σύγκρουση: από τη μία πλευρά, η προστασία της ιδιωτικής ζωής του ατόμου απαιτείται από το νόμο και την ηθική- από την άλλη, η δημιουργία δίκαιων και ακριβών εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης εξαρτάται από την πρόσβαση σε εκτεταμένα δεδομένα του πραγματικού κόσμου. Για την επίλυση αυτής της διαμάχης πρέπει να θεσπιστούν σαφή πλαίσια διακυβέρνησης δεδομένων, με τα πρωτόκολλα που καθορίζουν ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα, υπό ποιες συνθήκες και με ποιες προφυλάξεις να πρέπει να αποτελούν μέρος αυτού. Οι ισχυρές μέθοδοι ανωνυμοποίησης είναι επίσης απαραίτητες, υπερβαίνοντας την απλή αποταυτοποίηση και περιλαμβάνοντας στρατηγικές που σταματούν την εκ νέου ταυτοποίηση μέσω διασταύρωσης με άλλα σύνολα δεδομένων, με μεθόδους όπως η παραγωγή συνθετικών δεδομένων ή η διαφορική ιδιωτικότητα να μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των κινδύνων προστασίας της ιδιωτικής ζωής, διατηρώντας παράλληλα τη χρησιμότητα των δεδομένων. Επιπλέον, η διαφάνεια είναι απαραίτητη, με τους γονείς, τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να πρέπει να γνωρίζουν τις πρακτικές συλλογής και χρήσης δεδομένων των συστημάτων ΤΝ, καθώς και τις εύκολα διαθέσιμες διαδικασίες επιλογής και εξαίρεσης.

Μεροληψία στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης

Στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, η μεροληψία στα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης είναι ένα από τα μεγαλύτερα και πιο επείγοντα προβλήματα, με την μεροληψία της τεχνητής νοημοσύνης να εμφανίζεται όταν οι προϋπάρχουσες κοινωνικές, πολιτισμικές ή θεσμικές προκαταλήψεις αντανakλώνται στα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των μοντέλων, ώντας πολύ επικίνδυνο σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, όταν τα συστήματα ΤΝ χρησιμοποιούνται σε καταστάσεις υψηλού κινδύνου, όπως η αυτοματοποιημένη βαθμολόγηση, οι επιλογές εισδοχής ή η πρόβλεψη των επιδόσεων των μαθητών. Οι εκούσιες ή ακούσιες προκαταλήψεις στα υποκείμενα δεδομένα εκπαίδευσης πιθανόν να ενισχυθούν από το μοντέλο, παράγοντας άδικα ή μεροληπτικά αποτελέσματα [43].

Για παράδειγμα, ακόμη και όταν οι έννοιες και η δομή ενός δοκιμίου είναι καλές, ένα σύστημα βαθμολόγησης τεχνητής νοημοσύνης που εκπαιδεύτηκε σε δοκίμια που γράφτηκαν κυρίως από φυσικούς ομιλητές της αγγλικής γλώσσας μπορεί να τιμωρήσει τους μαθητές που χρησιμοποιούν μη τυποποιημένο συντακτικό ή ιδιωτισμούς που είναι χαρακτηριστικοί για τους μαθητές που δεν γράφουν στην μητρική τους γλώσσα. Με παρόμοιο τρόπο η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναπαράγει και να ενισχύει πρότυπα, διατηρώντας έτσι τις συστημικές ανισότητες αντί να τις μειώνει, εάν ένα μοντέλο για τον εντοπισμό μαθητών που βρίσκονται σε κίνδυνο βασίζεται σε προηγούμενα δεδομένα που σημείωσαν δυσανάλογα άτομα από συγκεκριμένο εθνικό ή κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο.

Ο υποκειμενικός χαρακτήρας πολλών εκπαιδευτικών αξιολογήσεων είναι μία από τις κύριες αιτίες μεροληψίας στα εκπαιδευτικά συστήματα ΤΝ, με τις αξιολογήσεις των ικανοτήτων κριτικής σκέψης, της συμμετοχής στην τάξη και των βαθμών των δοκιμών συχνά να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ εκπαιδευτών, ιδρυμάτων και γεωγραφικών περιοχών. Οι πολιτισμικές συμβάσεις, οι εκπαιδευτικές φιλοσοφίες, η διαθεσιμότητα των πόρων ή ακόμη και οι ακούσιες προσωπικές προκαταλήψεις θα μπορούσαν να έχουν αντίκτυπο σε αυτές τις διαφορές, με τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης να κινδυνεύουν να εσωτερικεύσουν και να διατηρήσουν τα παραπάνω όταν εκπαιδεύονται σε αυτού του είδους τα δεδομένα που έχουν επισημανθεί από ανθρώπους, οδηγώντας τις εξόδους του μοντέλου να αντιπροσωπεύουν τα βαθιά ριζωμένα και ενδεχομένως ελαττωματικά πρότυπα στα δεδομένα εκπαίδευσης και όχι μια αμερόληπτη αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών. Όταν υπάρχει έλλειψη ποικιλομορφίας στα δεδομένα εκπαίδευσης σε σημαντικές μεταβλητές, όπως τα δημογραφικά στοιχεία των μαθητών, τα πρότυπα του προγράμματος σπουδών, ο τύπος του σχολείου και η γεωγραφική τοποθεσία, το πρόβλημα επιδεινώνεται, με παράδειγμα ένα μοντέλο βαθμολόγησης που εκπαιδεύτηκε κυρίως σε δοκίμια

που υποβλήθηκαν από μαθητές από αστικά, αγγλόφωνα σχολεία, για παράδειγμα, να μπορεί να μην είναι σε θέση να αξιολογήσει δίκαια τις υποβολές μαθητών από αγροτικά, υποβαθμισμένα ιδρύματα ή που μιλούν διάφορες διαλέκτους. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι επιρρεπής στο να παρεξηγήσει ή να υποτιμήσει ορισμένες γλωσσικές ή συγκυριακές αλλαγές επειδή δεν έχει εκτεθεί σε αυτές, οδηγώντας πιθανόν σε άδικες ή εσφαλμένες αξιολογήσεις, αλλά και την ομοιογένεια του συνόλου εκπαίδευσης να περιορίζει την ικανότητά του για γενίκευση. Η ικανότητα των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης να λειτουργούν με συνέπεια σε διάφορα σενάρια του πραγματικού κόσμου μειώνεται όταν δημιουργούνται με περιορισμένα σύνολα δεδομένων, το οποίο είναι ιδιαίτερα προβληματικό για τις υποεκπροσωπούμενες ή περιθωριοποιημένες ομάδες φοιτητών, επειδή τα δεδομένα εκπαίδευσης μπορεί να μην αντικατοπτρίζουν πλήρως τις εκπαιδευτικές τους εμπειρίες, τις επικοινωνιακές τους προτιμήσεις ή τις μαθησιακές τους απαιτήσεις. Ως αποτέλεσμα, οι εν λόγω μαθητές είναι πιο πιθανό να μην έχουν πρόσβαση σε προηγμένες ευκαιρίες μάθησης, να λαμβάνουν λανθασμένη ανατροφοδότηση ή να μειώνονται οι αναμενόμενες βαθμολογίες τους, συμβάλλοντας στην επιδείνωση παρά στη μείωση των συστημικών αδικιών.

Ένα μείζον ηθικό ζήτημα με τη χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση είναι η αδιαφάνεια της λήψης αποφάσεων της ΤΝ, η οποία μερικές φορές αναφέρεται ως το δίλημμα του "μαύρου κουτιού" [44]. Τα μοντέλα βαθιάς μάθησης που βασίζονται σε νευρωνικά δίκτυα είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σε αυτό το πρόβλημα, χρησιμοποιώντας στρώματα μαθηματικών μετασχηματισμών που είναι δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να κατανοήσει ο άνθρωπος. Ωστόσο είναι ικανά να επεξεργάζονται τεράστιους όγκους δεδομένων και να κάνουν εξαιρετικά ακριβείς προβλέψεις, καθιστώντας δύσκολη την κατανόηση του λόγου για τον οποίο η τεχνητή νοημοσύνη έκανε μια συγκεκριμένη σύσταση ή επιλογή. Το γεγονός αυτό είναι προβληματικό σε ρυθμίσεις όπου οι κρίσεις πρέπει να είναι σαφείς και αιτιολογημένες, έχοντας τη δυνατότητα να διαβρώσει την υπευθυνότητα και την εμπιστοσύνη στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τόσο ο μαθητής όσο και ο καθηγητής έχουν δικαίωμα να γνωρίζουν γιατί ένα σύστημα ΤΝ συνέστησε να μην τοποθετηθεί ένας μαθητής σε ένα προχωρημένο πρόγραμμα ή προέβλεψε ότι θα αποτύχει σε ένα μάθημα, με πιθανότητα να φανούν ιδιότροπες ή άδικες χωρίς σαφή αιτιολόγηση, ιδίως αν έρχονται σε αντίθεση με την αξιολόγηση του καθηγητή ή την άποψη του μαθητή για τον εαυτό του. Οι μαθητές μπορεί να αισθάνονται παραπλανημένοι ή αποδυναμωμένοι και οι διδάσκοντες μπορεί να διστάζουν να βασιστούν στις συμβουλές της ΤΝ, πιθανόν οδηγώντας σε μαθητές να χάνουν την εμπιστοσύνη τους στην τεχνολογία και στον οργανισμό που τη χρησιμοποιεί. Όταν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης έχουν αντίκτυπο σε αποτελέσματα με υψηλό διακύβευμα, όπως οι ακαδημαϊκές παρεμβάσεις, η επιλεξιμότητα υποτροφιών ή η εισαγωγή, οι ηθικές προεκτάσεις είναι πολύ

σοβαρές, με την αδιαφάνεια να καθιστά δύσκολη την αμφισβήτηση των κρίσεων, την εξέταση της αμεροληψίας τους ή τη διόρθωση των λαθών, έχοντας πιθανόν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην ακαδημαϊκή και επαγγελματική τους πορεία εκτός του ότι θέτουν σε κίνδυνο τα δικαιώματα των φοιτητών. Η ΤΝ ενδέχεται να διατηρήσει την ανισότητα στο όνομα της αμεροληψίας, εάν δεν υπάρχουν μέτρα ερμηνευσιμότητας, με την δημιουργία της εξηγήσιμης ΤΝ (ΧΑΙ) να έχει αναδειχθεί σε βασικό πεδίο μελέτης για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, στοχεύοντας στην προσφορά κατανοητών εξηγήσεων για το πώς τα μοντέλα καταλήγουν σε συγκεκριμένα αποτελέσματα. Τα συστήματα οφείλουν να διατηρούν μονοπάτια ελέγχου, να παρέχουν διαφανείς εξηγήσεις για τις επιλογές τους και να επιτρέπουν την ανθρώπινη εποπτεία και συμμετοχή, με τους εκπαιδευτικούς και τους διοικητικούς υπαλλήλους να πρέπει επίσης να εκπαιδεύονται στη χρήση αυτών των εργαλείων, καθώς και στους περιορισμούς τους και στη σημασία της ερμηνευσιμότητας.

Η δικαιοσύνη και η διαφάνεια πρέπει να θεωρηθούν ως θεμελιώδεις αρχές σχεδιασμού και όχι ως μεταγενέστερες σκέψεις, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα ηθικά και πρακτικά ζητήματα που εγείρει η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση, με τα ιδανικά να πρέπει να έχουν ύψιστη προτεραιότητα από τους προγραμματιστές και τους ενδιαφερόμενους φορείς στην εκπαίδευση από την αρχή της ανάπτυξης του συστήματος, απαιτώντας τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης να σχεδιάζονται σκόπιμα με αλγόριθμους με επίγνωση της δικαιοσύνης που λαμβάνουν υπόψη τις συστημικές αδικίες και εργάζονται για τη μείωσή τους. Οι αλγόριθμοι θα πρέπει να υποβάλλονται σε ενδελεχείς δοκιμές για μεροληψία, καθώς και για απόδοση σε μια σειρά δημογραφικών ομάδων, εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και μαθησιακών σεναρίων, με ακόμα και τα συστήματα με καλές προθέσεις να έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν ή να επιδεινώσουν τις ήδη υπάρχουσες εκπαιδευτικές ανισότητες ελλείψει μιας τέτοιας εξέτασης. Η αξιοποίηση ισορροπημένων, αντιπροσωπευτικών και διαφοροποιημένων συνόλων δεδομένων αποτελεί βασικό στοιχείο για τη διασφάλιση της ισότητας, με την μεροληψία να είναι αναπόφευκτη στα αποτελέσματα των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης που εκπαιδεύονται σε στρεβλά δεδομένα, όπως η υπερεκπροσώπηση μαθητών με υψηλές επιδόσεις από καλά χρηματοδοτούμενα ιδρύματα. Τα δεδομένα εκπαίδευσης πρέπει να περιέχουν μια ποικιλία προφίλ μαθητών, μαθησιακών περιβαλλόντων και εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων, προκειμένου να δημιουργηθούν συστήματα που είναι δίκαια και αποτελεσματικά για ένα ευρύ φάσμα μαθητών, απαιτώντας τα συστήματα ΤΝ να είναι σε θέση να γενικεύουν καλύτερα σε διάφορα δημογραφικά στοιχεία των μαθητών και να προσφέρουν καθοδήγηση που ταιριάζει σε ένα εύρος απαιτήσεων και καταστάσεων. Εξίσου σημαντική είναι η διαφάνεια της συμπεριφοράς του μοντέλου και της λήψης αποφάσεων, με την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης

λαμβάνει αποφάσεις να είναι σημαντικό τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές, ιδίως όταν οι αποφάσεις έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν τις ευκαιρίες ή την ακαδημαϊκή πορεία. Οι επεξηγήσιμες προσεγγίσεις ΤΝ θα πρέπει να χρησιμοποιούνται από τους προγραμματιστές, ώστε το σύστημα να μπορεί να παρέχει μια σαφή αιτιολόγηση για τις συστάσεις του, βοηθώντας τους εκπαιδευτές να ενσωματώσουν τις γνώσεις της ΤΝ στις εκπαιδευτικές τους αποφάσεις, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη και επιτρέπει την πραγματική εποπτεία. Τέλος, η αρχή της ανθρώπινης παρακολούθησης είναι εξίσου σημαντική, με τα συστήματα ΤΝ στην εκπαίδευση να πρέπει να αναπτυχθούν ως συμπληρωματικοί πόροι αντί να αναλάβουν το ρόλο της επάρκειας των εκπαιδευτικών. Όταν οι συστάσεις που δημιουργούνται από την ΤΝ δεν ευθυγραμμίζονται με μια πλαισιωμένη ή διαφοροποιημένη κατανόηση των συνθηκών ενός μαθητή, οι εκπαιδευτές πρέπει να εξακολουθούν να έχουν τη δυνατότητα να τις παρακάμπτουν, αλλά και να έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν στο σύστημα ΤΝ εισόδους, ώστε να μπορεί να βελτιωθεί και να βελτιωθεί για μελλοντικές εκροές.

Προσαρμογή εκπαιδευτικών και μαθητών

Τόσο η αποτελεσματικότητα των ίδιων των συστημάτων όσο και ο βαθμός προσαρμογής των εκπαιδευτικών και των μαθητών σε αυτά θα καθορίσουν πόσο καλά θα ενσωματωθούν οι τεχνολογίες ΤΝ στην τάξη, με τους καθηγητές και τους μαθητές να πρέπει να προσαρμοστούν σε νέους ρόλους, προσδοκίες και ροές εργασίας καθώς η τεχνητή νοημοσύνη ενσωματώνεται όλο και περισσότερο στην τάξη μέσω των ευφύων προγραμμάτων διδασκαλίας και των τεχνολογιών αυτοματοποιημένης βαθμολόγησης. Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε αυτή τη στροφή, ιδίως όσον αφορά τον ψηφιακό γραμματισμό, την εμπιστοσύνη στα αποτελέσματα της ΤΝ και την απαίτηση για κατάλληλη εκπαίδευση και βοήθεια.

Ο επαναπροσδιορισμός των παραδοσιακών διδακτικών ρόλων είναι μία από τις μεγαλύτερες αλλαγές που επιφέρει η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση, με τους εκπαιδευτικούς να μπορούν να επικεντρωθούν περισσότερο σε αλληλεπιδράσεις υψηλής αξίας, όπως η καθοδήγηση και η εξατομικευμένη διδασκαλία, χρησιμοποιώντας λύσεις τεχνητής νοημοσύνης για την αυτοματοποίηση μονότονων διοικητικών δραστηριοτήτων, όπως η βαθμολόγηση, η παρακολούθηση παρουσιών και η επιμέλεια περιεχομένου [45]. Επιπλέον, τα συστήματα αυτά είναι σε θέση να παρέχουν εξατομικευμένους μαθησιακούς πόρους και να παρέχουν στους μαθητές άμεση ανατροφοδότηση με βάση τις απαιτήσεις και την πρόοδό τους, με τους δασκάλους να πρέπει να αλλάξουν από το να είναι οι μόνοι που δίνουν πληροφορίες στο να είναι ενημερωμένοι διευκολυντές των μαθησιακών ρυθμίσεων που ενισχύονται από την ΤΝ, αν και

αυτό παρουσιάζει τεράστιες προοπτικές για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της τάξης και της δέσμευσης των μαθητών. Προκειμένου να εφαρμόσουν με επιτυχία αυτές τις τεχνολογίες, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αποκτήσουν μια βασική κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων ΤΝ, με την απόκτηση των εννοιολογικών και πρακτικών γνώσεων που απαιτούνται για την αποκρυπτογράφηση των αποτελεσμάτων που παράγονται από την ΤΝ να είναι πιο σημαντική από το να είναι κάποιος τεχνικός εμπειρογνώμονας ή επιστήμονας δεδομένων. Ως αποτέλεσμα προτού ανταποκριθούν στις προτάσεις της ΤΝ, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιολογήσουν αντικειμενικά τους περιορισμούς και την εγκυρότητά της, διασφαλίζοντας ότι οι αυτοματοποιημένες συστάσεις συμπληρώνουν την ανθρώπινη κρίση και όχι την αντικαθιστούν, παρουσιάζοντας όμως μεγαλύτερη πιθανότητα λανθασμένης εφαρμογής ελλείψει επαρκούς κατάρτισης. Οι εκπαιδευτικοί που δεν κατανοούν τον τρόπο λειτουργίας των τεχνολογιών ΤΝ ή τους περιορισμούς τους μπορεί να εξαρτώνται υπερβολικά από τα αυτοματοποιημένα αποτελέσματα, να τα χρησιμοποιούν ακατάλληλα ή να αγνοούν εντελώς την αξία τους, μειώνοντας ως αποτέλεσμα την ικανότητα της ΤΝ να βελτιώσει τα εκπαιδευτικά επιτεύγματα. Ακόμη χειρότερα, εάν οι συστάσεις της ΤΝ δεν αμφισβητούνται, η ακατάλληλη εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε κακές διδακτικές αποφάσεις, άδικη μεταχείριση των μαθητών ή ενίσχυση των προϋπαρχουσών προκαταλήψεων, απαιτώντας συνεπώς οι εκπαιδευτικοί να έχουν ενδελεχή και συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη, για να υιοθετηθεί η ΤΝ στις τάξεις με τρόπο που να είναι ασφαλής και συναφής.

Για την επιτυχή ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση, η επαγγελματική ανάπτυξη είναι απαραίτητη, με την πολυπλοκότητα και τις προεκτάσεις των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης να απαιτούν περισσότερες από επιφανειακές γνώσεις, παρόλο που πολλοί εκπαιδευτές μπορεί να είναι δεκτικοί στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Στους εκπαιδευτικούς πρέπει να παρέχεται ολοκληρωμένη κατάρτιση που υπερβαίνει την εκμάθηση του τρόπου χρήσης των εργαλείων ΤΝ, όπως και θα πρέπει να καλύπτονται σημαντικές πτυχές όπως ο εντοπισμός της αλγοριθμικής προκατάληψης, η προστασία των δεδομένων των μαθητών, η διασφάλιση της διαφάνειας των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και η κατανόηση των ευρύτερων ηθικών υποχρεώσεων που συνεπάγεται η χρήση της ΤΝ στην τάξη. Χωρίς ενδελεχή, οργανωμένη εκπαίδευση, οι εκπαιδευτικοί ενδέχεται να κάνουν κατά λάθος κατάχρηση αυτών των πόρων ή να μην αναγνωρίζουν τους κινδύνους, πιθανόν διαιωνίζοντας ακούσια συστημικές προκαταλήψεις, εμπιστευόμενοι υπερβολικά τα αποτελέσματα που παράγονται από την ΤΝ, αν δεν γνωρίζουν πώς οι αλγόριθμοι μπορούν να το κάνουν αυτό, όπως για παράδειγμα να υποτιμούν μαθητές από μη προνομιούχα περιβάλλοντα. Με παρόμοιο τρόπο, η άγνοια του απορρήτου των δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε κενά ασφαλείας ή παραβιάσεις των δικαιωμάτων των μαθητών, με τους

εκπαιδευτικούς που ενσωματώνουν αυτά τα ζητήματα στην επαγγελματική τους ανάπτυξη όχι μόνο να αποκτούν τις δεξιότητες να χρησιμοποιούν την ΤΝ πιο υπεύθυνα, αλλά να αποκτούν επίσης την ικανότητα να αξιολογούν αν αυτά τα συστήματα συνάδουν με τα ηθικά τους πρότυπα και τα παιδαγωγικά τους ιδεώδη. Επιπλέον, η κατάρτιση σε θέματα αλγοριθμικής διαφάνειας εξοπλίζει τους εκπαιδευτικούς ώστε να ρωτούν κατάλληλα για τα εργαλεία ΤΝ που χρησιμοποιούν, το πώς καταλήγει το μοντέλο στα συμπεράσματά του, σε τι είδους δεδομένα εκπαιδεύτηκε, ή αν υπάρχουν ανθρώπινοι μηχανισμοί παράκαμψης. Οι εκπαιδευτικοί είναι πιο εξοπλισμένοι για να επικοινωνούν τις αποφάσεις ΤΝ στους γονείς, τους διοικητικούς υπαλλήλους και τους μαθητές όταν γνωρίζουν αυτές τις θεμελιώδεις ιδέες, γεγονός που αυξάνει τη λογοδοσία και τη διαφάνεια, τοποθετώντας τους ως γνώστες υποστηρικτές που μπορούν να επηρεάσουν τις αποφάσεις προμηθειών και τη νομοθεσία για την υποστήριξη δίκαιων και ηθικών συστημάτων ΤΝ. Σε ένα τεχνικό περιβάλλον που αλλάζει γρήγορα, τα εφάπαξ εργαστήρια ή οι συνεδρίες εισαγωγής σπάνια επαρκούν, με την καθοδήγηση από ομότιμους, ένα ευέλικτο προσωπικό τεχνικής υποστήριξης και τους συχνά ενημερωμένους πόρους να εγγυώνται ότι οι εκπαιδευτικοί παραμένουν ενημερωμένοι και αυτοπεποίθηση μέσω της συνεχούς επαγγελματικής ανάπτυξης, καλλιεργώντας τελικά μια επαγγελματική ατμόσφαιρα στην οποία οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ανταλλάσσουν ιδέες, να επιλύουν προβλήματα από κοινού και να αναπτύσσουν ομαδική επάρκεια

Εν τω μεταξύ, οι μαθητές πρέπει να προσαρμοστούν σε αίθουσες διδασκαλίας όπου η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται συχνότερα για τη διδασκαλία και την αξιολόγηση, αυξάνοντας τη δέσμευση ορισμένων μαθητών, ιδίως εκείνων που είναι συνηθισμένοι στις ψηφιακές πλατφόρμες μέσω της παροχής πιο δυναμικών, προσαρμοσμένων και ανταποκρινόμενων μαθησιακών εμπειριών. Άλλοι, ωστόσο, μπορεί να δυσκολευτούν να αντιμετωπίσουν τη λιγότερη ανθρώπινη αλληλεπίδραση ή να μην είναι σίγουροι για το πώς η ανατροφοδότηση που καθοδηγείται από την ΤΝ διαφέρει από τη συμβατική εισροή του εκπαιδευτή, με δυσκολίες εμπιστοσύνης να μπορεί επίσης να προκύψουν επειδή οι μαθητές μπορεί να αμφιβάλλουν για την ειλικρίνεια ή τη δικαιοσύνη των βαθμών, των προτάσεων ή των εξηγήσεων που παράγονται από την ΤΝ.

Είναι σημαντικό να καλλιεργηθεί η ψηφιακή ευαισθητοποίηση και η κριτική σκέψη σχετικά με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης από νεαρή ηλικία, ώστε να βοηθηθούν οι μαθητές στην προσαρμογή, με τους μαθητές να πρέπει να ενθαρρύνονται να μαθαίνουν για τους περιορισμούς των εργαλείων ΤΝ, τον τρόπο λειτουργίας τους και τον τρόπο αμφισβήτησης ή προσθήκης ανθρώπινης κρίσης στα αποτελέσματα της ΤΝ, προετοιμάζοντας τους επίσης για μελλοντικά

ακαδημαϊκά και επαγγελματικά περιβάλλοντα όπου αυτές οι τεχνολογίες θα χρησιμοποιούνται ευρέως.

Ηθικά ζητήματα στην ΤΝ

Ιδιωτικότητα και ασφάλεια δεδομένων

Ένα από τα σημαντικότερα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν με την αυξανόμενη ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα είναι η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η ασφάλεια των δεδομένων, καθώς για να λειτουργήσουν καλά τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, χρειάζονται πολλά δεδομένα, συχνά περιλαμβάνοντας ευαίσθητες προσωπικές πληροφορίες για τους μαθητές, συμπεριλαμβανομένων ακαδημαϊκών αρχείων, μοτίβων συμπεριφοράς, δημογραφικών πληροφοριών και, σε ορισμένες περιπτώσεις, βιομετρικών δεδομένων [46]. Εκτός από τη διασφάλιση των δικαιωμάτων των μαθητών, η διασφάλιση της ασφαλούς και ηθικής διαχείρισης αυτών των δεδομένων είναι σημαντική για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης του κοινού στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Αν και η συλλογή και αποθήκευση δεδομένων είναι απαραίτητη για τη χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση, εγείρει επίσης σοβαρά ζητήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής και ηθικής, καθώς για να λειτουργήσουν καλά τα συστήματα ΤΝ, χρειάζονται πρόσβαση σε τεράστιες ποσότητες δεδομένων μαθητών, πιθανόν περιλαμβάνοντας μοτίβα συμπεριφοράς, αρχεία ακαδημαϊκών επιδόσεων, μετρήσεις συμμετοχής και, σε πιο εξελιγμένες εφαρμογές, βιομετρικούς ή συναισθηματικούς δείκτες, καθιστώντας δυνατό για τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης να εντοπίζουν τους μαθητές που αντιμετωπίζουν προβλήματα, να προσαρμόζουν το εκπαιδευτικό υλικό και να αυτοματοποιούν τα συστήματα υποστήριξης, αλλά επίσης και δυνατές δυνητικά επεμβατικές πρακτικές [47]. Η συλλογή δεδομένων μπορεί να γίνει υπερβολική χωρίς σαφή όρια και εποπτεία, επεμβαίνοντας σε πτυχές της ζωής των μαθητών που μερικές φορές είναι πολύ προσωπικές και άσχετες με τα ακαδημαϊκά αποτελέσματα, απαιτώντας την ύπαρξη ισχυρών συστημάτων διακυβέρνησης δεδομένων. Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα πρέπει να δημιουργούν και να εφαρμόζουν διαφανείς, ξεκάθαρες πολιτικές που καθορίζουν ακριβώς ποιες πληροφορίες συλλέγονται, πώς και για πόσο καιρό αποθηκεύονται, ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτές και πώς θα χρησιμοποιηθούν, θέτοντας την ευημερία των μαθητών ως προτεραιότητα της θεσμικής ευκολίας ή των τεχνικών φιλοδοξιών. Η συλλογή δεδομένων με γνώμονα το σκοπό θα πρέπει να περιλαμβάνει μόνο πληροφορίες που απαιτούνται για τη βελτίωση του συστήματος ή την εκπαιδευτική υποστήριξη και η διατήρηση των δεδομένων θα πρέπει να είναι σύντομη, με

αυτόματη ημερομηνία λήξης, εκτός αν παραταθεί με βάσιμο λόγο, καθώς η διατήρηση ευαίσθητων δεδομένων για παρατεταμένο χρονικό διάστημα αυξάνει την πιθανότητα κατάχρησης, παράνομης πρόσβασης ή παραβιάσεων, οι οποίες μπορεί να έχουν επιζήμιες επιπτώσεις στην ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των μαθητών. Επιπλέον, είναι σημαντικό να ενημερώνονται τα παιδιά και οι οικογένειές τους σχετικά με τη χρήση των δεδομένων τους, με την διαφάνεια να είναι απαραίτητη για την απόκτηση και τη διατήρηση της εμπιστοσύνης, απαιτώντας να υπάρχουν τρόποι να εξαιρεθεί κανείς από τη συλλογή μη απαραίτητων δεδομένων χωρίς να διακυβεύονται οι εκπαιδευτικές δυνατότητες των μαθητών, και οι διαδικασίες συναίνεσης θα πρέπει να είναι κατανοητές και όχι θαμμένες σε τεχνικά νομικά κείμενα. Τα ιδρύματα οφείλουν επίσης να διασφαλίζουν ότι άλλοι προγραμματιστές ή προμηθευτές που χρησιμοποιούν εκπαιδευτικά δεδομένα ακολουθούν τις ίδιες αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές, οδηγώντας στην διενέργεια συχνών ελέγχων, την εφαρμογή αυστηρών συμβατικών περιορισμών χρήσης δεδομένων και τη δημιουργία πλαισίων λογοδοσίας για τυχόν παραβάσεις.

Ένα θεμελιώδες στοιχείο των δεοντολογικών πρακτικών δεδομένων, ιδίως όσον αφορά τους ανηλίκους και τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, είναι η συγκατάθεση μετά από ενημέρωση, ώντας όμως συχνά ένα από τα πιο αγνοημένα ή παρερμηνευμένα στοιχεία των εκπαιδευτικών πόρων που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη. Ο όγκος των δεδομένων που συλλέγονται, εξετάζονται και διαδίδονται είναι άγνωστος σε πολλούς μαθητές και τους γονείς τους, με την πραγματική έκταση της χρήσης των δεδομένων συχνά να αποκρύπτεται από διφορούμενες φράσεις, νομική γλώσσα ή τεχνική ορολογία στα έντυπα συγκατάθεσης, ακόμη και όταν αυτά παρέχονται, οδηγώντας σε πολλούς ανθρώπους να αισθάνονται πιεσμένοι να συναινέσουν χωρίς να κατανοούν πλήρως σε τι συμφωνούν, ιδίως αν η χρήση της εκπαιδευτικής πλατφόρμας θεωρείται απαραίτητη για την ακαδημαϊκή επίδοση. Η έννοια της αυτονομίας διακυβεύεται από αυτή τη δυναμική, με τις αποφάσεις των οικογενειών να επηρεάζονται επιτυχώς όταν πιστεύουν ότι η παροχή της έγκρισής τους αποτελεί προϋπόθεση για τη χρήση του απαιτούμενου εκπαιδευτικού υλικού. Η συγκατάθεση σε αυτές τις περιπτώσεις δεν είναι πλέον μια ειλικρινής, καλά ενημερωμένη επιλογή, αλλά απλώς μια τυπική διαδικασία, ώντας ιδιαίτερα ενοχλητικό στα συστήματα υποχρεωτικής εκπαίδευσης, επειδή οι μαθητές έχουν ελάχιστο έλεγχο των πλατφορμών ή των εργαλείων που καλούνται να χρησιμοποιήσουν. Οι ευάλωτες ομάδες επηρεάζονται επίσης δυσανάλογα, όπως τα παιδιά σε υποχρηματοδοτούμενα ιδρύματα που βασίζονται κυρίως σε εκπαιδευτικό λογισμικό τρίτων ή εκείνα με λιγότερες τεχνολογικές επιλογές, με τόσο τα εκπαιδευτικά ιδρύματα όσο και τις προμηθευτές τεχνολογίας να έχουν την ηθική και νομική ανάγκη να δημιουργήσουν διαδικασίες συναίνεσης που είναι σαφείς, κατανοητές και σημαντικές προκειμένου να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα. Γραμμένα σε απλή, κατάλληλη

για την ηλικία γλώσσα, τα έντυπα συγκατάθεσης θα πρέπει να προσδιορίζουν ακριβώς ποιες πληροφορίες θα συλλέγονται, πώς θα χρησιμοποιούνται, ποιος θα έχει πρόσβαση σε αυτές και για πόσο καιρό θα διατηρούνται στο αρχείο, απαιτητήτως προσφέροντας πραγματικές επιλογές, επιτρέποντας στους γονείς ή κηδεμόνες να περιορίζουν την κοινοποίηση συγκεκριμένων ειδών πληροφοριών ή να αρνούνται να συμμετάσχουν σε μη ουσιώδη συλλογή δεδομένων χωρίς να αντιμετωπίζουν συνέπειες ή να αποκλείονται από σημαντικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Επιπλέον, η συγκατάθεση μετά από ενημέρωση δεν πρέπει να θεωρείται μεμονωμένο περιστατικό, με τις πρακτικές σχετικά με τα δεδομένα να ενδέχεται να μεταβληθούν καθώς αναπτύσσεται η εφαρμογή της ΤΝ στην εκπαίδευση, επομένως η συνεχής επικοινωνία είναι ζωτικής σημασίας. Οι οικογένειες θα πρέπει να συνεχίσουν να έχουν τον έλεγχο των δεδομένων τους, ενσωματώνοντας συχνές ενημερώσεις και επιβεβαιώσεις συγκατάθεσης στην εμπειρία του χρήστη, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη μεταξύ των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, των παρόχων τεχνολογίας και των κοινοτήτων που εξυπηρετούν, ενώ παράλληλα επιτρέποντας στους χρήστες να λαμβάνουν αποφάσεις με βάση τις πιο ενημερωμένες πληροφορίες.

Ένας πιο τεχνικός αλλά όχι λιγότερο σημαντικός κίνδυνος είναι η διαρροή δεδομένων, με τις ανεπαρκείς δικλίδες ασφάλειας στον κυβερνοχώρο να εκθέτουν τις εκπαιδευτικές πλατφόρμες σε εγκληματίες που επιδιώκουν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα των μαθητών για οικονομικό όφελος ή άλλους επιζήμιους σκοπούς. Εκτός από τον κίνδυνο της ιδιωτικής ζωής των μαθητών, μια παραβίαση των εκπαιδευτικών δεδομένων μπορεί να έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις, όπως διακρίσεις ή κλοπή ταυτότητας, απαιτώντας από τους οργανισμούς να πρέπει να δαπανούν χρήματα για κρυπτογράφηση αιχμής, συχνούς ελέγχους ασφαλείας και στρατηγικές αντιμετώπισης περιστατικών για να σταματήσουν και να χειριστούν πιθανές παραβιάσεις.

Επιπλέον, υπάρχουν σημαντικές ανησυχίες σχετικά με την κατάχρηση και την απώλεια ελέγχου όταν τα δεδομένα μοιράζονται με τρίτους, είτε για εμπορικούς, ερευνητικούς ή αναπτυξιακούς σκοπούς [48]. Ενίοτε είναι δυνατή η εκ νέου ταυτοποίηση ακόμη και ανωνυμοποιημένων δεδομένων, ιδίως όταν συνδυάζονται με πρόσθετα σύνολα δεδομένων, ενώ τέλος θα αποφεύγουν την πώληση ή την εμπορευματοποίηση των πληροφοριών των φοιτητών με τρόπους που αντιβαίνουν στους ηθικούς ή νομικούς κανόνες, απαιτώντας από τους ίδιους να είναι προσεκτικοί σχετικά με το με ποιον μοιράζονται τα δεδομένα και να διασφαλίζουν ότι υπάρχουν οι σωστές συμβατικές διασφαλίσεις.

Το γενικότερο πρόβλημα της δικαιοσύνης των δεδομένων έρχεται τελευταίο, με την δικαιοσύνη και την ισότητα να πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χρήση δεδομένων μαθητών για την εκπαίδευση συστημάτων ΤΝ. Οι ευάλωτοι ή περιθωριοποιημένοι μαθητικοί πληθυσμοί συχνά

επηρεάζονται δυσανάλογα από την κατάχρηση και την παρακολούθηση δεδομένων, απαιτώντας μια ηθική προσέγγιση της ΤΝ στην εκπαίδευση να είναι χωρίς αποκλεισμούς προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι πρακτικές δεδομένων δεν διαιωνίζουν τις τρέχουσες ανισότητες ή δεν εκθέτουν συγκεκριμένες ομάδες σε περαιτέρω έλεγχο.

Τεχνητή νοημοσύνη στη λήψη αποφάσεων

Η τεχνητή νοημοσύνη εγείρει ένα ευρύ φάσμα δύσκολων ηθικών ζητημάτων στη λήψη εκπαιδευτικών αποφάσεων, ιδίως σε σχέση με διαδικασίες υψηλού κινδύνου, όπως η εισαγωγή και η βαθμολόγηση, με την ανάθεση σημαντικών εκπαιδευτικών αποφάσεων σε αλγόριθμους να εγείρει σημαντικά ερωτήματα σχετικά με τη δικαιοσύνη, την ευθύνη και την ανθρώπινη εποπτεία, ακόμη και αν η τεχνητή νοημοσύνη υπόσχεται αποτελεσματικότητα, συνέπεια και επεκτασιμότητα.

Η αδιαφάνεια των διαδικασιών λήψης αποφάσεων των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης είναι ένα από τα κύρια ηθικά προβλήματα, με πολλά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, και ιδίως τα μοντέλα που βασίζονται στη βαθιά μάθηση, να λειτουργούν ως "μαύρα κουτιά", με εσωτερική λογική αποφάσεων που μπορεί να είναι δύσκολο να κατανοήσουν πλήρως ακόμη και οι μηχανικοί, αποτελώντας ζήτημα κατά την αξιολόγηση δοκιμών ή την εξέταση αιτήσεων για εισαγωγή. Οι υποψήφιοι και οι φοιτητές έχουν δικαίωμα να γνωρίζουν πώς γίνονται οι επιλογές που επηρεάζουν την ακαδημαϊκή τους σταδιοδρομία, με την δέουσα διαδικασία να υπονομεύεται, αφού ότι είναι πρακτικά δύσκολο να αμφισβητηθούν ή να προσβληθούν τα αποτελέσματα ελλείψει ακριβών, κατανοητών προτύπων.

Η ανησυχία σχετικά με την προκατάληψη και τις διακρίσεις συνδέεται στενά, με την δικαιοσύνη των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης να εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων στα οποία εκπαιδεύονται. Το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να αντιληφθεί και να ενισχύσει προκαταλήψεις, εάν τα δεδομένα εκπαίδευσης αναπαράγουν ιστορικές αδικίες, όπως η υποεκπροσώπηση συγκεκριμένων ομάδων σε υψηλού κύρους ακαδημαϊκά προγράμματα ή οι μεροληπτικές πρακτικές βαθμολόγησης, με παράδειγμα έναν βαθμολογητή ΤΝ να αποδίδει συνήθως χαμηλότερη βαθμολογία σε δοκίμια γραμμένα σε μη τυποποιημένες διαλέκτους ή ένα μοντέλο εισαγωγής μπορεί να προτιμά υποψηφίους από εύπορα στρώματα λόγω των έμμεσων συσχετίσεων στα δεδομένα. Ως αποτέλεσμα οι μαθητές που είναι ήδη στιγματισμένοι μπορεί να υποφέρουν από συστημικές ανισότητες που δημιουργούνται ακόμη και από μικρές προκαταλήψεις.

Επιπλέον, το ανθρώπινο στοιχείο στην εκπαίδευση υπονομεύεται, με την εισαγωγή και την βαθμολόγηση να μην είναι μόνο τεχνικές αξιολογήσεις, αλλά συχνά να απαιτούν κρίση σε

συνάρτηση με το πλαίσιο, ενσυναίσθηση και μια ολοκληρωμένη αντίληψη του μαθητή, και πιθανόν χάνοντας την πολυπλοκότητά τους εάν η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται υπερβολικά, μετατρέποντας τους μαθητές σε μετρήσεις και σημεία δεδομένων. Ακόμη και αν η ΤΝ μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση μεγάλου όγκου αιτήσεων ή εργασιών, η ανθρώπινη επίβλεψη θα πρέπει ιδανικά να συνεχίσει να καθοδηγεί τις τελικές αποφάσεις, όπου η ΤΝ θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως εργαλείο, όχι ως διαιτητής.

Η λογοδοσία είναι ακόμη ένα σημαντικό ζήτημα, καθώς ποιος είναι υπεύθυνος όταν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης κάνουν επιλογές που έχουν επιζήμιο αντίκτυπο στους μαθητές, αυτός που δημιούργησε το μοντέλο, οι προγραμματιστές; Ο οργανισμός που το έθεσε σε εφαρμογή, ή οι εκπαιδευτικοί που εξαρτώνται από τα αποτελέσματά του; Τα άτομα που επηρεάζονται μπορεί να μείνουν χωρίς επιλογές ελλείψει σαφώς καθορισμένων πλαισίων λογοδοσίας, με τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης να πρέπει να θεσπίσουν σαφείς διαδικασίες διακυβέρνησης που να προσδιορίζουν τη λογοδοσία και να εγγυώνται ότι υπάρχουν συστήματα αξιολόγησης, διόρθωσης και αποκατάστασης.



Πιθανό μέλλον όπου η ΤΝ οδηγεί σε δημιουργία δυστοπίας

Τέλος, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην κοινωνία, όπου αν η ΤΝ γίνει κυρίαρχη δύναμη στη λήψη εκπαιδευτικών αποφάσεων, μπορεί κατά λάθος να ενθαρρύνει μια μηχανική οπτική της μάθησης, δίνοντας έμφαση στη συμμόρφωση, την τυποποίηση και τα ποσοτικά αποτελέσματα έναντι της δημιουργικότητας, της κριτικής σκέψης και

της ατομικής προόδου, έχοντας πιθανόν σημαντικό αντίκτυπο στο είδος των μαθητών που ανταμείβονται και στον τρόπο με τον οποίο αποτιμάται η εκπαίδευση.

Κεφάλαιο 6: Πρακτική Ανάλυση Εκπαιδευτικών Κειμένων με Topic Modeling και pyLDAvis

Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η πρακτική υλοποίηση ανάλυσης θεμάτων (topic modeling) σε εκπαιδευτικά κείμενα, με στόχο την αυτόματη ανάδειξη των βασικών θεματικών που διατρέχουν το υλικό. Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Latent Dirichlet Allocation (LDA) της βιβλιοθήκης Gensim, ενώ η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο pyLDAvis. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει τη χαρτογράφηση των θεμάτων χωρίς προκαθορισμένες κατηγορίες, προσφέροντας αντικειμενική εικόνα της θεματικής δομής του corpus και διευκολύνοντας τη σύνδεση με τις εφαρμογές γλωσσικών μοντέλων όπως το BERT στην εκπαιδευτική τεχνολογία.

6.2 Περιγραφή και ανάλυση του κώδικα

1. Προετοιμασία περιβάλλοντος και δεδομένων

Ο κώδικας ξεκινά με την εισαγωγή των απαραίτητων βιβλιοθηκών και τη λήψη των ελληνικών stopwords και tokenizers από το NLTK:

```
import re
import nltk
import gensim
import pyLDAvis
import pyLDAvis.gensim_models
from gensim import corpora
from nltk.corpus import stopwords
from nltk.tokenize import word_tokenize

nltk.download('stopwords')
nltk.download('punkt')
nltk.download('punkt_tab')
```

2. Εισαγωγή και προεπεξεργασία κειμένων

Χρησιμοποιείται ένα σύνολο ελληνικών εκπαιδευτικών κειμένων. Για κάθε κείμενο εφαρμόζεται καθαρισμός (αφαίρεση σημείων στίξης/αριθμών), μετατροπή σε πεζά, tokenization και αφαίρεση stopwords:

```
texts = [
    "Η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση προσφέρει εξατομικευμένη μάθηση και αυτοματοποιημένη  
βαθμολόγηση μέσω μοντέλων όπως το BERT και το GPT.",
    ...
```

```

]

greek_stopwords = set(stopwords.words('greek'))

def preprocess(text):
    text = re.sub(r'^\w\s', '', text)
    text = re.sub(r'\d+', '', text)
    tokens = word_tokenize(text.lower(), language='greek')
    tokens = [t for t in tokens if t not in greek_stopwords and len(t) > 2]
    return tokens

processed_texts = [preprocess(t) for t in texts]

```

3. Δημιουργία dictionary και corpus

Το Gensim δημιουργεί ένα λεξικό (dictionary) και ένα corpus (bag-of-words):

```

dictionary = corpora.Dictionary(processed_texts)
corpus = [dictionary.doc2bow(text) for text in processed_texts]

```

4. Εκπαίδευση LDA μοντέλου

Το LDA εκπαιδεύεται με 5 θέματα (topics):

```

from gensim.models import LdaModel
lda_model = LdaModel(
    corpus=corpus,
    id2word=dictionary,
    num_topics=5,
    passes=20,
    random_state=42
)

```

5. Εμφάνιση θεμάτων και λέξεων-κλειδιών

Το μοντέλο επιστρέφει τα 5 θέματα με τις σημαντικότερες λέξεις τους:

```

for idx, topic in lda_model.print_topics(-1):
    print(f"Θέμα {idx+1}: {topic}")

```

6. Οπτικοποίηση με pyLDavis

Η οπτικοποίηση γίνεται με το pyLDavis, που αποθηκεύει το αποτέλεσμα ως HTML:

```

import pyLDavis.gensim_models as gensimvis
vis = gensimvis.prepare(lda_model, corpus, dictionary)
pyLDavis.save_html(vis, 'lda_topics.html')

```

7. Προβλέψεις για νέο κείμενο

Το μοντέλο μπορεί να εκτιμήσει την κατανομή θεμάτων για νέο κείμενο:

```
new_text = "Η τεχνητή νοημοσύνη βοηθά στην εξατομικευμένη μάθηση και την υποστήριξη των μαθητών."  
new_tokens = preprocess(new_text)  
new_bow = dictionary.doc2bow(new_tokens)  
topic_dist = lda_model.get_document_topics(new_bow)  
print("Κατανομή θεμάτων για νέο κείμενο:", topic_dist)
```

6.3 Ερμηνεία και ανάλυση των θεμάτων (topics)

Ακολουθεί η ερμηνεία των 5 θεμάτων :

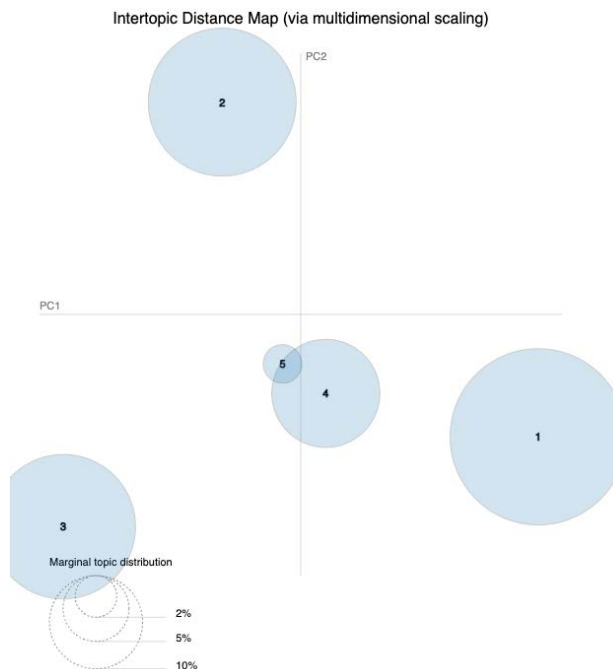
Θέμα	Κύριες λέξεις-κλειδιά	Ερμηνεία
1	νοημοσύνη, τεχνητή, μαθητές, βοηθά, υποστήριξη, απάντησης, συστήματα, δημιουργία, περιεχομένου	Εφαρμογές TN (και BERT) στην υποστήριξη μαθητών, δημιουργία και εξατομίκευση περιεχομένου, συστήματα ερωταπαντήσεων.
2	bert, χρειάζονται, τάξη, κατάρτιση, εργαλείων, νοημοσύνης, εκπαιδευτικοί, αποτελεσματική, χρήση, μοντέλων, μέσω, προσφέρει, αυτοματοποιημένη, βαθμολόγηση, εξατομικευμένη, gpt, εκπαίδευση, μάθηση	Έμφαση στη χρήση και αξιοποίηση εργαλείων TN (BERT, GPT) από εκπαιδευτικούς, αυτοματοποιημένη αξιολόγηση, κατάρτιση και ενσωμάτωση TN στην τάξη.
3	μαθητών, bert, περιεχομένου, όπως, ερωτήσεων, αλγοριθμική, εφαρμογή, δεδομένων, προκατάληψη, προκλήσεις, ηθική, απαιτούν, προστασία, προσέγγιση, εκπαιδευτικού, ακρίβεια, υψηλή, ταξινόμηση, απάντηση, εφαρμόζεται, τεχνητή, μάθηση, εκπαίδευση, νοημοσύνη, gpt, εξατομικευμένη, βαθμολόγηση, αυτοματοποιημένη, προσφέρει, μέσω	Εφαρμογή τεχνολογιών TN (BERT, GPT) στην εκπαιδευτική αξιολόγηση, ταξινόμηση και απάντηση ερωτήσεων, με έμφαση σε ηθικά ζητήματα, αλγοριθμική προκατάληψη, προστασία δεδομένων και προκλήσεις στην εφαρμογή.
4	κάθε, μαθητή, πλατφόρμες, προσαρμόζουν, χρησιμοποιούν, πρόγραμμα, σπουδών, ανάγκες, προσαρμοστικής, bert, μαθητών, απάντηση, ταξινόμηση, ακρίβεια, περιεχομένου, ερωτήσεων, εκπαιδευτικού, προσέγγιση, προστασία, ηθική, προκλήσεις, αλγοριθμική, δεδομένων, προκατάληψη, εφαρμογή	Εξατομικευμένη μάθηση, προσαρμογή προγράμματος σπουδών, πλατφόρμες προσαρμοστικής μάθησης, ζητήματα προστασίας και ηθικής.

5	bert, ερωτήσεων, περιεχομένου, τεχνητή, νοημοσύνη, κάθε, μαθητή, σπουδών, ανάγκες, πλατφόρμες, προσαρμόζουν, χρησιμοποιούν, μάθησης, πρόγραμμα, απάντηση, ταξινόμηση, ακρίβεια, εκπαιδευτικού, προσέγγιση, ηθική, προστασία, απαιτούν, προκατάληψη, αλγοριθμική, εφαρμογή	Εστίαση στην αξιολόγηση, ταξινόμηση και προστασία δεδομένων, με έμφαση στην ακρίβεια και την ηθική χρήση της TN στην εκπαίδευση.
---	---	--

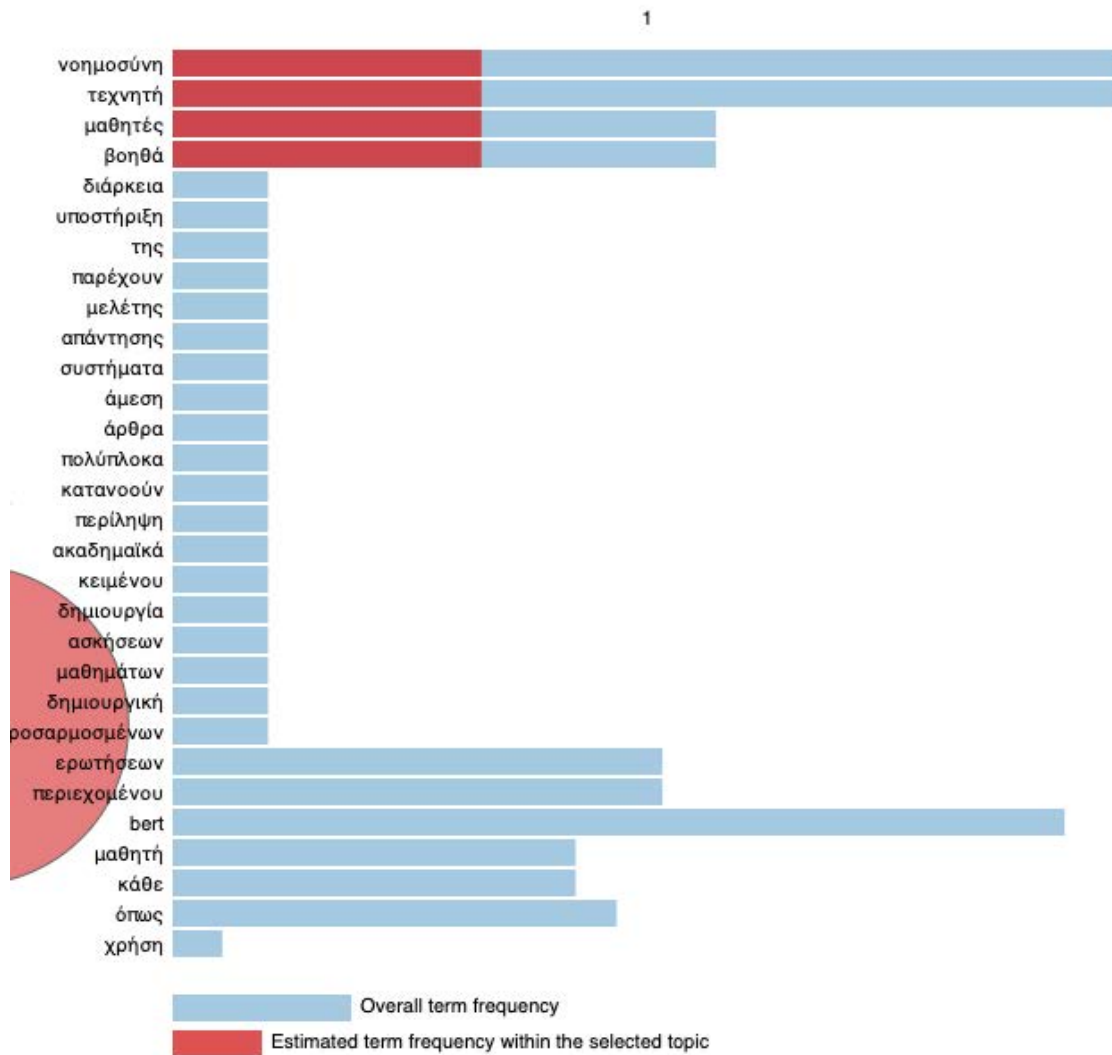
6.4 Οπτικοποίηση και ερμηνεία (pyLDAvis)

Οι παρακάτω εικόνες δείχνουν τη διαδραστική οπτικοποίηση των θεμάτων:

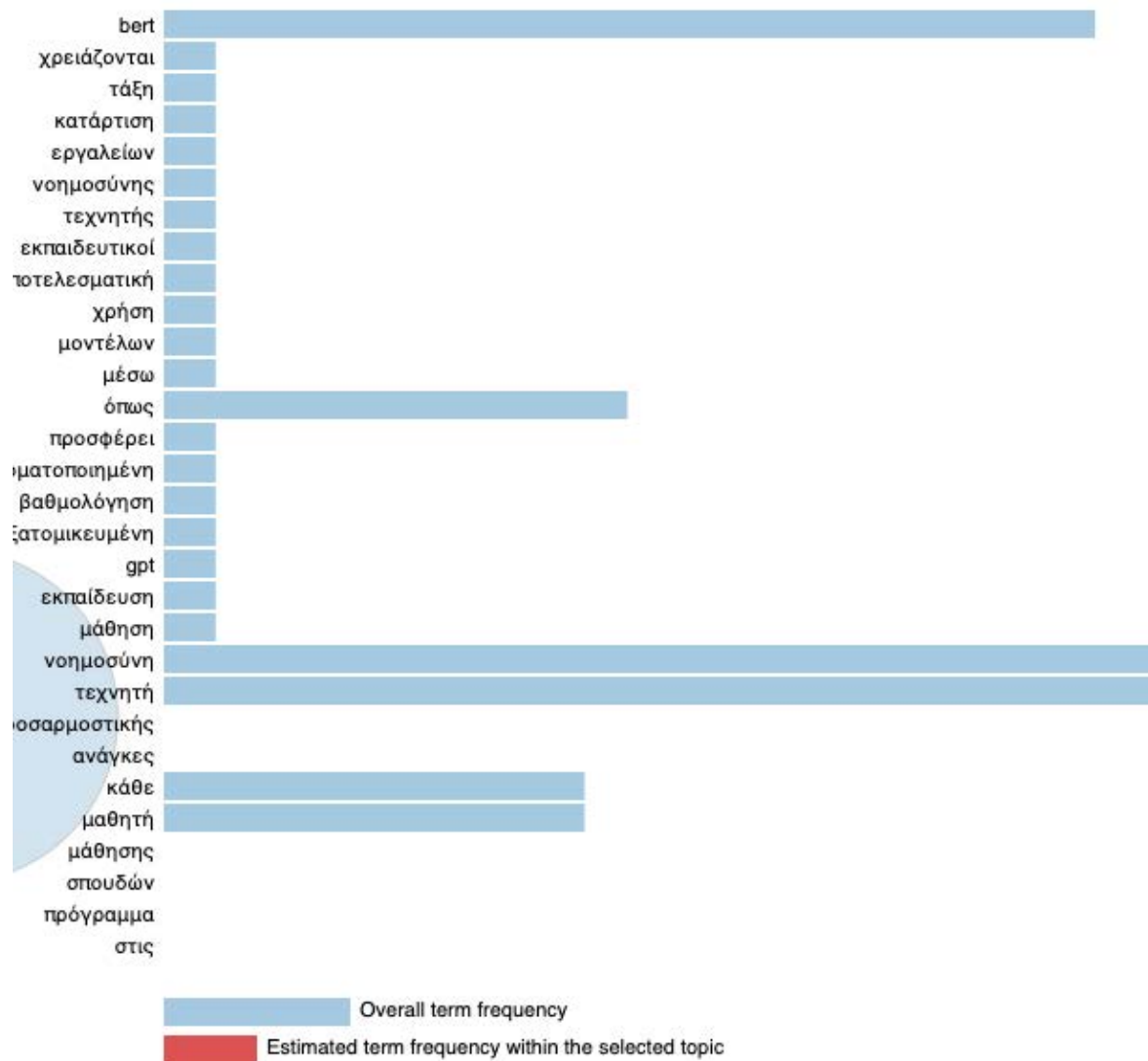
- **Intertopic Distance Map:** Τα κυκλάκια δείχνουν τα θέματα και το μέγεθός τους το ποσοστό των tokens που καλύπτει κάθε θέμα. Η απόσταση δείχνει τη διακριτότητα μεταξύ των θεμάτων.
- **Top-30 Most Relevant Terms:** Οι μπάρες (βλ. 1,2, 3, 4, 5) δείχνουν τις 30 πιο σχετικές λέξεις για το επιλεγμένο θέμα. Οι κόκκινες μπάρες δείχνουν συχνότητα λέξης στο συγκεκριμένο θέμα, οι μπλε τη συνολική συχνότητα στο corpus.



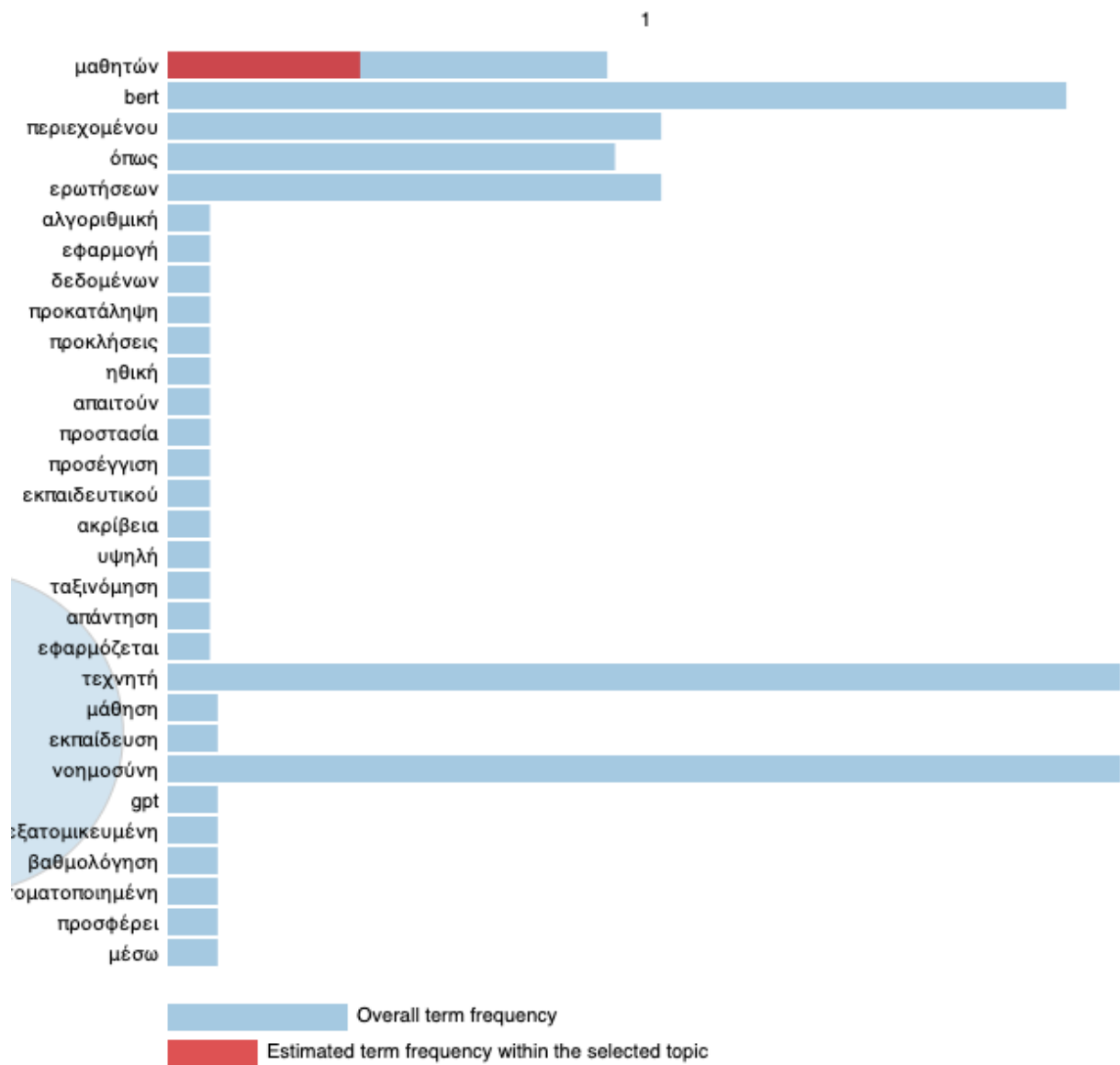
Top-30 Most Relevant Terms for Topic 1 (35.7% of tokens)



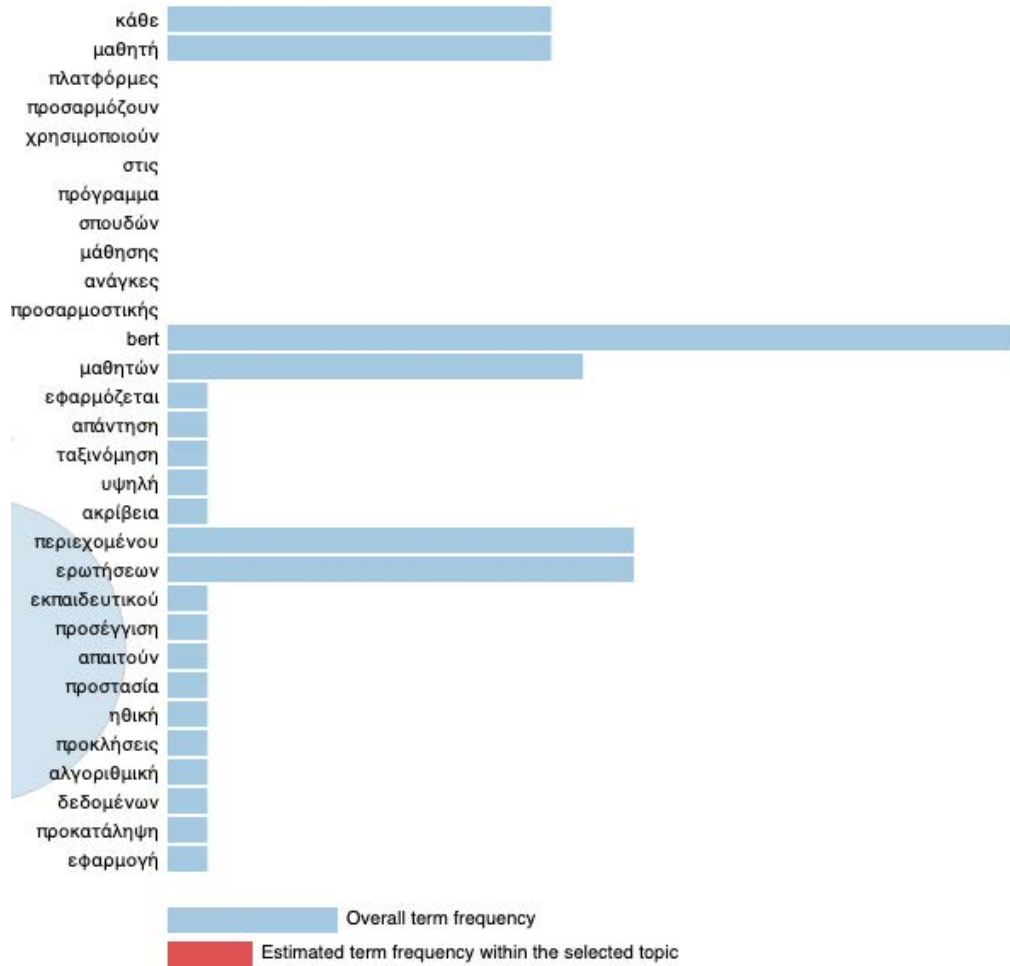
Εικόνα 1 θέμα 1



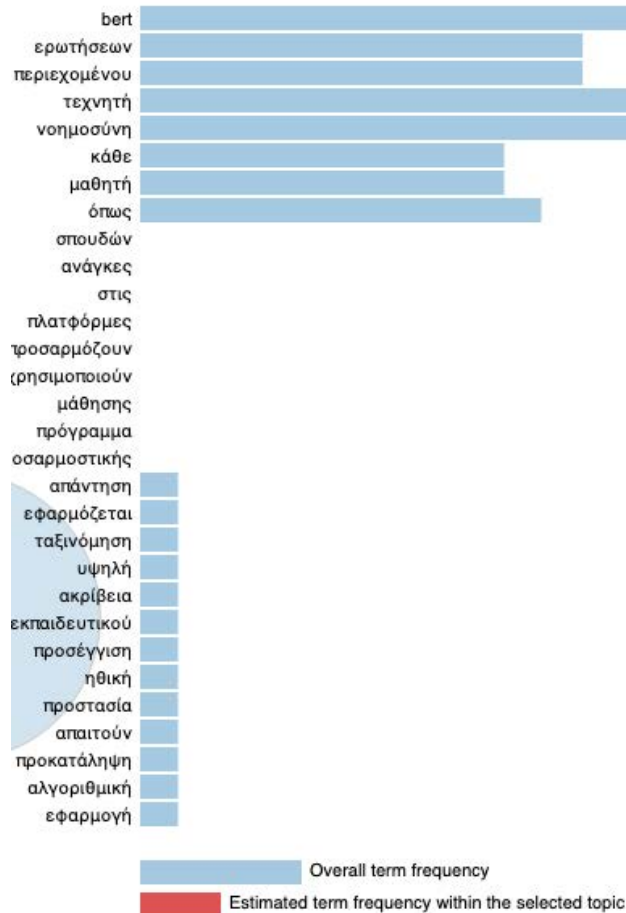
Εικόνα 2 θέμα 2



Εικόνα 3 θέμα 3



Εικόνα 4 θέμα 4



Εικόνα 5 θέμα 5

Η ανάλυση δείχνει ότι τα θέματα καλύπτουν βασικές διαστάσεις της ΤΝ στην εκπαίδευση: εξατομικευμένη μάθηση, υποστήριξη μαθητών, ρόλος εκπαιδευτικών, αξιολόγηση, ηθικά ζητήματα και προστασία δεδομένων. Υπάρχει θεματική επικάλυψη, κάτι που αντανακλά την εστίαση του παραδείγματος σε εφαρμογές ΤΝ και BERT στην εκπαίδευση.

Συμπεράσματα και πρακτική αξία

Η ανάλυση θεμάτων με LDA και pyLDAvis αποδεικνύει ότι η τεχνητή νοημοσύνη και τα γλωσσικά μοντέλα όπως το BERT μπορούν να αξιοποιηθούν για:

- Αυτόματη χαρτογράφηση των βασικών θεματικών του εκπαιδευτικού υλικού
- Εντοπισμό των αναγκών για εξατομικευμένη μάθηση και προσαρμοστική διδασκαλία
- Υποστήριξη εκπαιδευτικών στην κατηγοριοποίηση, αξιολόγηση και παραγωγή περιεχομένου
- Ανάδειξη ηθικών ζητημάτων και προκλήσεων (bias, προστασία δεδομένων)

Η πρακτική αυτή προσέγγιση ενισχύει τη σύνδεση θεωρίας-πράξης στη διατριβή, προσφέροντας αντικειμενικά δεδομένα που μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών εφαρμογών ΤΝ και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για το μέλλον της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Κεφάλαιο 7: Συμπέρασμα

Ο τρόπος με τον οποίο η διδασκαλία και η μάθηση εννοιολογούνται και πραγματοποιούνται έχει αλλάξει σημαντικά με την εισαγωγή της generative τεχνητής νοημοσύνης στην τάξη, με τις κύριες ιδέες που συζητήθηκαν σε αυτή τη διατριβή να συγκεντρώνονται σε αυτό το κεφάλαιο, συνοψίζοντας επίσης την έρευνα σχετικά με τις δυνατότητες αλλαγής, τις πραγματικές χρήσεις και τα ηθικά διλήμματα μοντέλων όπως το GPT και το BERT σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Το κεφάλαιο επιχειρεί να παρουσιάσει μια δίκαιη αξιολόγηση της τρέχουσας θέσης της generative TN στο εκπαιδευτικό τοπίο, καθώς και των πιθανών μελλοντικών κατευθύνσεών της, εξετάζοντας τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματα αυτών των τεχνολογιών.

Σύνοψη των ευρημάτων

Τα αποτελέσματα αυτής της διατριβής παρουσιάζουν την πολυπλοκότητα και τις δυνατότητες της χρήσης της δημιουργικής TN στην τάξη, με μοντέλα όπως το GPT και το BERT να έχουν παρουσιάσει σημαντικές επιδόσεις σε εργασίες όπως εφαρμογές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, εξατομικευμένη υποστήριξη μάθησης και αυτοματοποιημένη δημιουργία περιεχομένου. Το GPT μπορεί να βοηθήσει στη συγγραφή δοκιμίων, να δημιουργήσει μαθησιακό υλικό κατά παραγγελία και να προσφέρει καθοδήγηση μέσω συνομιλίας λόγω της ικανότητάς του να παράγει κείμενο που είναι τόσο συνεκτικό όσο και σχετικό με το περιβάλλον. Με την ικανότητά της να αντιλαμβάνεται τη γλώσσα και προς τις δύο κατευθύνσεις, η generative TN είναι ιδιαίτερα καλή σε πιο εξειδικευμένες εργασίες, όπως η κατηγοριοποίηση εκπαιδευτικού υλικού, η παροχή απαντήσεων με βάση το περιεχόμενο και η περίληψη εκτενών κειμένων, αποδεικνύοντας ότι η παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να καλύψει ένα εύρος μαθητικών αναγκών με κλιμακούμενο τρόπο, εκτός από την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων διδακτικών εργασιών.

Ωστόσο, προτού η generative TN μπορεί να εφαρμοστεί ευρέως και με ηθικό τρόπο στην εκπαίδευση, η διατριβή επισημαίνει επίσης ορισμένα ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν, με τα σημαντικότερα από αυτά να είναι οι ανησυχίες σχετικά με την προκατάληψη και την ποιότητα των δεδομένων. Μεγάλα, υψηλής ποιότητας σύνολα δεδομένων είναι απαραίτητα για μοντέλα TN με υψηλές επιδόσεις, ωστόσο αυτά δεν είναι πάντα προσβάσιμα ή ηθικά ξεκάθαρα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, με αποτέλεσμα οι αλγόριθμοι να κινδυνεύουν να διατηρήσουν ανισότητες στην εισαγωγή, τη βαθμολόγηση ή την παράδοση περιεχομένου όταν εκπαιδεύονται σε στρεβλά ή μη αντιπροσωπευτικά δεδομένα. Επιπλέον, τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές πρέπει να

προσαρμοστούν σημαντικά, εάν πρόκειται να εφαρμοστούν με επιτυχία τα εργαλεία TN, απαιτώντας τη δημιουργία δεξιοτήτων ψηφιακής εκπαίδευσης, τροποποιήσεις στο σχεδιασμό του προγράμματος σπουδών και νέες μεθόδους εκπαίδευσης για να διασφαλιστεί η αποτελεσματική και ηθική χρήση της TN.

Συμβολή της διατριβής

Η πρακτική διερεύνηση και χρήση του BERT για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων σε εκπαιδευτικά πλαίσια αποτελεί μια από τις σημαντικότερες συνεισφορές της διατριβής στο θέμα της TN στην εκπαίδευση, με την υπόσχεση των generative μοντέλων TN, όπως το GPT και το BERT, να αναγνωρίζεται όλο και ευρύτερα, χρειάζεται έρευνα όπως αυτή της εργασίας για να μελετηθούν πόσο χρήσιμα είναι τα μοντέλα αυτά σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, κλείνοντας το χάσμα μεταξύ των θεωρητικών συζητήσεων και των εφαρμόσιμων λύσεων.

Η διεξοδική μελέτη περίπτωσης που περιλαμβάνει το BERT, στην οποία διερευνήσαμε τη χρήση του για μια σειρά εκπαιδευτικών εργασιών, συμπεριλαμβανομένης της ταξινόμησης κειμένου, της απάντησης ερωτήσεων και της περίληψης κειμένου, αποτελεί σημαντική συνεισφορά της παρούσας διατριβής, προσέφεροντας ολοκληρωμένες γνώσεις σχετικά με το πώς μπορεί να εφαρμοστεί η BERT για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών στο εκπαιδευτικό σύστημα, όπως η ταξινόμηση εκπαιδευτικού περιεχομένου, η αυτοματοποίηση της βαθμολόγησης δοκιμών και η παροχή βοήθειας στους μαθητές για μάθηση μέσω προσαρμοσμένων συστημάτων ερωτήσεων και απαντήσεων. Η χρήση του BERT σε αυτά τα πλαίσια αποτελεί άμεση αντίδραση στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν σήμερα οι εκπαιδευτικοί στη διαχείριση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων μαθητών, στην παροχή άμεσης ανατροφοδότησης και στη δυνατότητα εξατομικευμένης διδασκαλίας σε ευρεία κλίμακα.

Επιπλέον, η εργασία αυτή συμβάλλει στη συνεχιζόμενη συζήτηση σχετικά με ηθικά ζητήματα που αφορούν τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, εφιστώντας την προσοχή στις δυσκολίες πλοήγησης στην προστάσια της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, στην προκατάληψη και στην προσαρμογή καθηγητών-μαθητών που προκύπτουν κατά τη χρήση συστημάτων TN σε ευαίσθητα περιβάλλοντα όπως τα κολέγια και τα πανεπιστήμια, εκτός από την επίδειξη της τεχνολογικής αποτελεσματικότητας του BERT. Η διατριβή συνεπώς επεκτείνεται πέρα από την τεχνική διερεύνηση για να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των προκλήσεων που προκύπτουν με την ενσωμάτωση εργαλείων TN στην εκπαίδευση, συμπεριλαμβάνοντας αυτά τα ζητήματα του πραγματικού κόσμου στη μελέτη περίπτωσης.

Συμβάλλει επίσης προσφέροντας έναν οδικό χάρτη για ερευνητές, εκπαιδευτικούς και επαγγελματίες ΤΝ σχετικά με τον τρόπο επιτυχούς εφαρμογής και βελτίωσης γλωσσικών μοντέλων όπως το BERT για εκπαιδευτικούς σκοπούς, οφελώντας σημαντικά όποιον επιθυμεί να εφαρμόσει την ΤΝ για διδασκαλία μέσα από τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του συστήματος, την προεπεξεργασία των δεδομένων και την τελειοποίηση του μοντέλου. Τέλος, οι μελλοντικές εξελίξεις των εκπαιδευτικών πόρων που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη, οι οποίοι είναι πιο αποτελεσματικοί, ηθικοί και εύκολα προσβάσιμοι, μπορούν να καθοδηγηθούν από τα διδάγματα που αντλήθηκαν από αυτές τις συνεισφορές.

Τελικές σκέψεις

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει τεράστιες και δυνατότητες στην εκπαίδευση, προσφέροντας μέχρι σήμερα ευκαιρίες για την ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας και την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών συστημάτων σε όλο τον κόσμο, με την παρούσα διατριβή να δείχνει πώς τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης όπως το BERT, τα οποία μπορούν να επεξεργάζονται και να κατανοούν τη φυσική γλώσσα, έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν πλήρως τον τρόπο με τον οποίο σκεφτόμαστε για την εκπαιδευτική αξιολόγηση, την εξατομικευμένη μάθηση και τη δημιουργία περιεχομένου. Η υπόσχεση της τεχνητής νοημοσύνης εντοπίζεται στην ικανότητά της να αυτοματοποιεί χρονοβόρες διαδικασίες όπως η βαθμολόγηση, να προσαρμόζει το μαθησιακό υλικό ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες κάθε μαθητή ξεχωριστά και να προσφέρει στους μαθητές εξατομικευμένη υποστήριξη σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας την προσβασιμότητα, την αποτελεσματικότητα και την προσαρμοστικότητα της εκπαίδευσης, ανεξάρτητα από τους γεωγραφικούς ή οικονομικούς περιορισμούς.

Η δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση να προσφέρει εξαιρετικά εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά της, με τις λύσεις που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη να είναι σε θέση να βοηθήσουν τους μαθητές να προσδιορίσουν τους τομείς των δυνατών και αδύνατων σημείων τους, ώστε το μαθησιακό υλικό και τα προγράμματα σπουδών να μπορούν να προσαρμοστούν στις συγκεκριμένες απαιτήσεις τους. Αντίθετα, οι εκπαιδευτές κερδίζουν από τα συστήματα ΤΝ που μειώνουν τον φόρτο εργασίας τους αυτοματοποιώντας τα διοικητικά καθήκοντα, απελευθερώνοντάς τους να επικεντρωθούν περισσότερο στα ανθρώπινα στοιχεία της εκπαίδευσης, όπως η καθοδήγηση και η ατομική συμβουλευτική, προωθώντας ένα πιο δυναμικό, προσαρμόσιμο και ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό σύστημα.

Αυτά τα πλεονεκτήματα, ωστόσο, συνοδεύονται από σημαντικούς κινδύνους και δυσκολίες που πρέπει να εξεταστούν σωστά, με τα ηθικά ζητήματα που εγείρονται από την τεχνητή νοημοσύνη στη διδασκαλία να είναι σοβαρά. Είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη ανησυχίες όπως η ασφάλεια των δεδομένων, η προστασία της ιδιωτικής ζωής και οι πιθανές προκαταλήψεις των αλγορίθμων ΤΝ, με τα συστήματα ΤΝ να μην είναι τέλεια καθώς επηρεάζονται από τα δεδομένα στα οποία εκπαιδεύονται και έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν ή και να μεγεθύνουν προϋπάρχουσες προκαταλήψεις. Ως εκ τούτου, η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών, νομοθετών και τεχνολόγων είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι τα εργαλεία ΤΝ θα εφαρμόζονται με διαφανή, ισότιμο και δίκαιο τρόπο.

Επιπλέον, υπάρχουν ορισμένα εμπόδια στην αποδοχή και την υιοθέτηση όταν πρόκειται για την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, με τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να πρέπει να λάβουν επαρκή εκπαίδευση για να κατανοήσουν και να εμπλακούν με τα συστήματα ΤΝ με ουσιαστικό τρόπο,. Η δυσκολία έγκειται στην καλλιέργεια μιας στάσης που θα βλέπει την ΤΝ ως εργαλείο που θα συμπληρώνει την ανθρώπινη αλληλεπίδραση στην τάξη και όχι ως υποκατάστατό της, με την τεχνητή νοημοσύνη να πρέπει να αντιμετωπίζεται ως συμπλήρωμα και όχι ως υποκατάστατο των ανθρώπινων συνδέσεων και της καθοδήγησης που είναι τόσο απαραίτητες για τη μάθηση, αν πρόκειται να αποτελέσει ένα πραγματικά αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο.

Εν τέλει, οι εκπαιδευτικές δυνατότητες της ΤΝ είναι μόνο στην αρχή, με την τεχνολογία να αναπτύσσεται περισσότερο και τους ανθρώπους να γίνονται πιο έμπειροι στη χρήση της να οδηγούν στην τεχνητή νοημοσύνη να διαδραματίσει πιθανότατα μεγάλο ρόλο στην εκπαίδευση. Για να διασφαλιστεί ότι τα πλεονεκτήματα της τεχνητής νοημοσύνης θα μοιραστούν δίκαια και ότι οι κίνδυνοι της θα ελαχιστοποιηθούν, είναι σημαντικό αυτή η πρόοδος να γίνει προσεκτικά, έχοντας ένα λαμπρό μέλλον, αλλά με υποχρέωση να χρησιμοποιείται με υπευθυνότητα, προσοχή και με αφοσίωση στη βελτίωση της ανθρώπινης εμπειρίας στον πυρήνα της εκπαίδευσης.

Αναφορές

1. Farrelly, T.; Baker, N. Generative Artificial Intelligence: Implications and Considerations for Higher Education Practice. Educ. Sci. 2023, 13, 1109. <https://doi.org/10.3390/educsci13111109>
2. Cesar, L.B.; Manso-Callejo, M.-Á.; Cira, C.-I. BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) for Missing Data Imputation in Solar Irradiance Time Series. Eng. Proc. 2023, 39, 26. <https://doi.org/10.3390/engproc2023039026>
3. Yoo, B.; Kim, J.; Park, S.; Ahn, C.R.; Oh, T. Harnessing Generative Pre-Trained Transformers for Construction Accident Prediction with Saliency Visualization. Appl. Sci. 2024, 14, 664. <https://doi.org/10.3390/app14020664>
4. Roumeliotis, K.I.; Tselikas, N.D. ChatGPT and Open-AI Models: A Preliminary Review. Future Internet 2023, 15, 192. <https://doi.org/10.3390/fi15060192>
5. Jiang, Y.; Pang, P.C.-I.; Wong, D.; Kan, H.Y. Natural Language Processing Adoption in Governments and Future Research Directions: A Systematic Review. Appl. Sci. 2023, 13, 12346. <https://doi.org/10.3390/app132212346>
6. Hulsén, T. Artificial Intelligence in Healthcare: ChatGPT and Beyond. AI 2024, 5, 550-554. <https://doi.org/10.3390/ai5020028>
7. Pilicita, A.; Barra, E. LLMs in Education: Evaluation GPT and BERT Models in Student Comment Classification. Multimodal Technol. Interact. 2025, 9, 44. <https://doi.org/10.3390/mti9050044>
8. Yao, Y.; González-Vélez, H. AI-Powered System to Facilitate Personalized Adaptive Learning in Digital Transformation. Appl. Sci. 2025, 15, 4989. <https://doi.org/10.3390/app15094989>
9. Mendonça, P.C.; Quintal, F.; Mendonça, F. Evaluating LLMs for Automated Scoring in Formative Assessments. Appl. Sci. 2025, 15, 2787. <https://doi.org/10.3390/app15052787>
10. Aperstein, Y.; Cohen, Y.; Apartsin, A. Generative AI-Based Platform for Deliberate Teaching Practice: A Review and a Suggested Framework. Educ. Sci. 2025, 15, 405. <https://doi.org/10.3390/educsci15040405>

11. Ali, M.S.M.; Wasel, K.Z.A.; Abdelhamid, A.M.M. Generative AI and Media Content Creation: Investigating the Factors Shaping User Acceptance in the Arab Gulf States. *Journal. Media* 2024, 5, 1624-1645. <https://doi.org/10.3390/journalmedia5040101>
12. Matsiola, M.; Lappas, G.; Yannacopoulou, A. Generative AI in Education: Assessing Usability, Ethical Implications, and Communication Effectiveness. *Societies* 2024, 14, 267. <https://doi.org/10.3390/soc14120267>
13. Pagliara, S.M.; Bonavolontà, G.; Pia, M.; Falchi, S.; Zurru, A.L.; Fenu, G.; Mura, A. The Integration of Artificial Intelligence in Inclusive Education: A Scoping Review. *Information* 2024, 15, 774. <https://doi.org/10.3390/info15120774>
14. Cabero-Almenara, J.; Palacios-Rodríguez, A.; Loaiza-Aguirre, M.I.; Rivas-Manzano, M.d.R.d. Acceptance of Educational Artificial Intelligence by Teachers and Its Relationship with Some Variables and Pedagogical Beliefs. *Educ. Sci.* 2024, 14, 740. <https://doi.org/10.3390/educsci14070740>
15. Ruiz-Gándara, A.; Gonzalez-Abril, L. Generative Adversarial Networks in Business and Social Science. *Appl. Sci.* 2024, 14, 7438. <https://doi.org/10.3390/app14177438>
16. Caetano, R.; Oliveira, J.M.; Ramos, P. Transformer-Based Models for Probabilistic Time Series Forecasting with Explanatory Variables. *Mathematics* 2025, 13, 814. <https://doi.org/10.3390/math13050814>
17. Cheng, P.; Xia, M.; Wang, D.; Lin, H.; Zhao, Z. Transformer Self-Attention Change Detection Network with Frozen Parameters. *Appl. Sci.* 2025, 15, 3349. <https://doi.org/10.3390/app15063349>
18. A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, Ł. Kaiser, and I. Polosukhin, "Attention Is All You Need," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 30, 2017, pp. 5998–6008
19. Alsulami, H.R.; Almansour, A.A. Exploring GPT-4 Capabilities in Generating Paraphrased Sentences for the Arabic Language. *Appl. Sci.* 2025, 15, 4139. <https://doi.org/10.3390/app15084139>
20. Eang, C.; Lee, S. Improving the Accuracy and Effectiveness of Text Classification Based on the Integration of the Bert Model and a Recurrent Neural Network (RNN_Bert_Based). *Appl. Sci.* 2024, 14, 8388. <https://doi.org/10.3390/app14188388>

21. Roumeliotis, K.I.; Tselikas, N.D.; Nasiopoulos, D.K. Leveraging Large Language Models in Tourism: A Comparative Study of the Latest GPT Omni Models and BERT NLP for Customer Review Classification and Sentiment Analysis. *Information* 2024, 15, 792. <https://doi.org/10.3390/info15120792>
22. Kang, J.-W.; Choi, S.-Y. Comparative Investigation of GPT and FinBERT's Sentiment Analysis Performance in News Across Different Sectors. *Electronics* 2025, 14, 1090. <https://doi.org/10.3390/electronics14061090>
23. Shi, F.; Kai, S.; Zheng, J.; Zhong, Y. XLNet-Based Prediction Model for CVSS Metric Values. *Appl. Sci.* 2022, 12, 8983. <https://doi.org/10.3390/app12188983>
24. Adewumi, T.; Sabry, S.S.; Abid, N.; Liwicki, F.; Liwicki, M. T5 for Hate Speech, Augmented Data, and Ensemble. *Sci* 2023, 5, 37. <https://doi.org/10.3390/sci5040037>
25. Yang, Y.; Cui, X. Bert-Enhanced Text Graph Neural Network for Classification. *Entropy* 2021, 23, 1536. <https://doi.org/10.3390/e23111536>
26. Abbass, M.J.; Lis, R.; Rebizant, W. A Predictive Model Using Long Short-Time Memory (LSTM) Technique for Power System Voltage Stability. *Appl. Sci.* 2024, 14, 7279. <https://doi.org/10.3390/app14167279>
27. Yu, J.; Kim, S.U.; Choi, J.; Choi, J.D. What Is Your Favorite Gender, MLM? Gender Bias Evaluation in Multilingual Masked Language Models. *Information* 2024, 15, 549. <https://doi.org/10.3390/info15090549>
28. Chikhi, A.; Mohammadi Ziabari, S.S.; van Essen, J.-W. A Comparative Study of Traditional, Ensemble and Neural Network-Based Natural Language Processing Algorithms. *J. Risk Financial Manag.* 2023, 16, 327. <https://doi.org/10.3390/jrfm16070327>
29. Zhang, X.; Wu, Z.; Liu, K.; Zhao, Z.; Wang, J.; Wu, C. Text Sentiment Classification Based on BERT Embedding and Sliced Multi-Head Self-Attention Bi-GRU. *Sensors* 2023, 23, 1481. <https://doi.org/10.3390/s23031481>
30. He, Z.; Wang, H.; Zhang, X. Multi-Task Learning Model Based on BERT and Knowledge Graph for Aspect-Based Sentiment Analysis. *Electronics* 2023, 12, 737. <https://doi.org/10.3390/electronics12030737>
31. Duan, K.; Du, S.; Zhang, Y.; Lin, Y.; Wu, H.; Zhang, Q. Enhancement of Question Answering System Accuracy via Transfer Learning and BERT. *Appl. Sci.* 2022, 12, 11522. <https://doi.org/10.3390/app122211522>

32. Bernasconi, E.; Redavid, D.; Ferilli, S. Enhancing Personalised Learning with a Context-Aware Intelligent Question-Answering System and Automated Frequently Asked Question Generation. *Electronics* 2025, 14, 1481. <https://doi.org/10.3390/electronics14071481>
33. Z. Lan, M. Chen, S. Goodman, K. Gimpel, P. Sharma, and R. Soricut, "ALBERT: A Lite BERT for Self-supervised Learning of Language Representations," *arXiv preprint arXiv:1909.11942*, 2020. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1909.11942>
34. Jamil, H.M. An Experiment with LLMs as Database Design Tutors: Persistent Equity and Fairness Challenges in Online Learning. *Educ. Sci.* 2025, 15, 386. <https://doi.org/10.3390/educsci15030386>
35. Trust, P.; Minghim, R. A Study on Text Classification in the Age of Large Language Models. *Mach. Learn. Knowl. Extr.* 2024, 6, 2688-2721. <https://doi.org/10.3390/make6040129>
36. Zhao, H.; Chen, H.; Ruggles, T.A.; Feng, Y.; Singh, D.; Yoon, H.-J. Improving Text Classification with Large Language Model-Based Data Augmentation. *Electronics* 2024, 13, 2535. <https://doi.org/10.3390/electronics13132535>
37. Chen, T.; Wang, X.; Yue, T.; Bai, X.; Le, C.X.; Wang, W. Enhancing Abstractive Summarization with Extracted Knowledge Graphs and Multi-Source Transformers. *Appl. Sci.* 2023, 13, 7753. <https://doi.org/10.3390/app13137753>
38. Ferrara, E. Fairness and Bias in Artificial Intelligence: A Brief Survey of Sources, Impacts, and Mitigation Strategies. *Sci* 2024, 6, 3. <https://doi.org/10.3390/sci6010003>
39. Davar, N.F.; Dewan, M.A.A.; Zhang, X. AI Chatbots in Education: Challenges and Opportunities. *Information* 2025, 16, 235. <https://doi.org/10.3390/info16030235>
40. Aldoseri, A.; Al-Khalifa, K.N.; Hamouda, A.M. Re-Thinking Data Strategy and Integration for Artificial Intelligence: Concepts, Opportunities, and Challenges. *Appl. Sci.* 2023, 13, 7082. <https://doi.org/10.3390/app13127082>
41. Pagano, T.P.; Loureiro, R.B.; Lisboa, F.V.N.; Peixoto, R.M.; Guimarães, G.A.S.; Cruz, G.O.R.; Araujo, M.M.; Santos, L.L.; Cruz, M.A.S.; Oliveira, E.L.S.; et al. Bias and Unfairness in Machine Learning Models: A Systematic Review on Datasets, Tools, Fairness Metrics, and Identification and Mitigation Methods. *Big Data Cogn. Comput.* 2023, 7, 15. <https://doi.org/10.3390/bdcc7010015>

42. Aya Data, "The Importance of Data Quality for Machine Learning: How Bad Data Kills Projects," Aya Data, Sep. 5, 2024. [Online]. Available: <https://www.ayadata.ai/the-importance-of-data-quality-for-machine-learning-how-bad-data-kills-projects/>. [Accessed: May 15, 2025].
43. Mavrogiorgos, K.; Kiourtis, A.; Mavrogiorgou, A.; Menychtas, A.; Kyriazis, D. Bias in Machine Learning: A Literature Review. *Appl. Sci.* 2024, 14, 8860. <https://doi.org/10.3390/app14198860>
44. Nazat, S.; Arreche, O.; Abdallah, M. On Evaluating Black-Box Explainable AI Methods for Enhancing Anomaly Detection in Autonomous Driving Systems. *Sensors* 2024, 24, 3515. <https://doi.org/10.3390/s24113515>
45. Delello, J.A.; Sung, W.; Mokhtari, K.; Hebert, J.; Bronson, A.; De Giuseppe, T. AI in the Classroom: Insights from Educators on Usage, Challenges, and Mental Health. *Educ. Sci.* 2025, 15, 113. <https://doi.org/10.3390/educsci15020113>
46. Koo, J.; Kang, G.; Kim, Y.-G. Security and Privacy in Big Data Life Cycle: A Survey and Open Challenges. *Sustainability* 2020, 12, 10571. <https://doi.org/10.3390/su122410571>
47. Amiri-Zarandi, M.; Dara, R.A.; Duncan, E.; Fraser, E.D.G. Big Data Privacy in Smart Farming: A Review. *Sustainability* 2022, 14, 9120. <https://doi.org/10.3390/su14159120>
48. Pimenta Rodrigues, G.A.; Marques Serrano, A.L.; Lopes Espíñeira Lemos, A.N.; Canedo, E.D.; Mendonça, F.L.L.d.; de Oliveira Albuquerque, R.; Sandoval Orozco, A.L.; García Villalba, L.J. Understanding Data Breach from a Global Perspective: Incident Visualization and Data Protection Law Review. *Data* 2024, 9, 27. <https://doi.org/10.3390/data9020027>
- 49.