



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή Εργασία

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας	Ανάπτυξη Συστήματος Συνομιλίας μεταξύ Chatbots Development of a Chatting System Between Chatbots
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Δανάη Μαντούβαλου
Πατρώνυμο	Χαράλαμπος
Αριθμός Μητρώου	Π/ 17201
Επιβλέπων	Διονύσιος Σωτηρόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής

13/9/2024

Σεπτέμβριος 2024

ΔΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ

Διονύσιος Σωτηρόπουλος (Επιβλέπων)	Επίκουρος Καθηγητής
Ευάγγελος Σακκόπουλος	Επίκουρος Καθηγητής

Copyright ©

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υποστήριξη, την κατανόηση και τα ενθαρρυντικά τους λόγια.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή που επέβλεψε τη μελέτη μου, τον κ. Διονύση Σωτηρόπουλο, του οποίου η εμπειρία ήταν πολύτιμη για την καθοδήγηση και τη μεθοδολογία αυτής της εργασίας.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να ολοκληρώσω αυτήν τη διατριβή χωρίς την υποστήριξη των φίλων μου, οι οποίοι μου παρείχαν ευχάριστους περισπασμούς όταν είχα ανάγκη να απασχολήσω και να ξεκουράσω το μυαλό μου με κάτι έξω από την έρευνά μου.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αυτή ασχολείται με τη δημιουργία ενός συστήματος συνομιλίας μεταξύ δύο chatbots με χρήση φυσικής γλώσσας, και πιο συγκεκριμένα του μοντέλου GPT-3.5 της OpenAI και της Python, στο οποίο θα αναλύονται διάφορα θέματα ανάλογα με την ερώτηση που θα κάνει ο χρήστης αναλύοντας αρχικά τον γενικό ρόλο της εφαρμογής τεχνητής νοημοσύνης ChatGPT στον τομέα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και περιγράφοντας εφαρμογές του σε διάφορους τομείς όπως τα συστήματα συνομιλίας και η δημιουργία κειμένου. Στη συνέχεια, εξετάζονται η έννοια του chatbot, οι τρόποι με τους οποίους οι αρχιτεκτονικές Transformer και τα μοντέλα BERT, τα οποία αποτελούν βασικά εργαλεία στην ανάπτυξη συστημάτων NLP, συνεισφέρουν στην δημιουργία του. Τέλος, παρέχει μια λεπτομερή περιγραφή του συστήματος που αναπτύχθηκε, συμπεριλαμβανομένης της διασύνδεσης με την API και της διαμόρφωσής του, ενώ παρουσιάζονται επίσης τα συμπεράσματα της έρευνας και πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις.

Λέξεις Κλειδιά: συστήματα συνομιλίας, φυσική γλώσσα, NLP, Transformer, BERT.

Abstract

This thesis deals with the creation of a conversation system between two chatbots using natural language, and more specifically the GPT-3.5 model of OpenAI and Python, in which various topics will be analyzed depending on the question the user will ask by analyzing first the general role of the AI application ChatGPT in the field of natural language processing and describing its applications in various areas such as chat systems and text generation. It then examines the concept of a chatbot, the ways in which Transformer architectures and BERT models, which are key tools in developing NLP systems, contribute to its creation. Finally, it provides a detailed description of the developed system, including its API interface and configuration, while research conclusions and possible future extensions are also presented.

Keywords: conversation systems, natural language, NLP, Transformer, BERT.

Πίνακας Περιεχομένων

Copyright ©	ii
Ευχαριστίες.....	iii
Περίληψη	iv
Abstract	iv
Κατάλογος Εικόνων.....	vii
Εισαγωγή.....	1
1. Κεντρικές έννοιες.....	4
1.1. Ιστορία Chatbots.....	4
1.2. Τύποι Chatbots	5
1.3. Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα	6
1.4. Σχετικές Τεχνικές.....	7
1.5. Παραδείγματα Εφαρμογής.....	8
1.5.1. Γενικά	8
1.5.2. Το Παράδειγμα των MME	9
2. ChatGPT.....	10
2.1. Υπόβαθρο	10
2.2. Μηχανισμός Υποστήριξης	11
2.3. Οφέλη	12
2.3.1. Μίμηση του Ανθρώπινου Διαλόγου	12
2.3.2. Δημιουργία με Βάση το Μοντέλο GPT-3.....	12
2.3.3. Υλοποιήσεις Ευρείας Ποικιλίας	12
2.3.4. Επιδεκτικότητα Βελτιώσεων	12
2.3.5. Κατανόηση Φυσικής Γλώσσας.....	12
2.3.6. Ευρύ Φάσμα Εφαρμογών	12
2.3.7. Πλεονεκτήματα σε Βασικούς Τομείς.....	13
2.4. Μειονεκτήματα	13
2.4.1. Έλλειψη Σαφήνειας / Πραγματολογικά Λάθη	13
2.4.2. Ελλιπής Κατανόηση Πρόσφατων Εξελίξεων	14
2.4.3. Ηθικά Ζητήματα	14
2.4.4. Νομικά Ζητήματα.....	14
2.4.5. Περιορισμένη Τεχνογνωσία Τομέα.....	14
2.4.6. Μεροληψία	14
2.5. Εφαρμογές NLP.....	15
2.5.1. Τρέχουσες	15
2.5.2. Μελλοντικές.....	16
2.6. Συστήματα Διαλόγου.....	18
2.7. Δημιουργία Κειμένου	19

3.	Αρχιτεκτονική Transformer	21
3.1.	Κωδικοποίηση / Αποκωδικοποίηση	22
3.2.	Προσοχή.....	23
3.2.1.	Προσοχή σε κλίμακα κουκκίδας.....	23
3.2.2.	Προσοχή πολλαπλών κεφαλών.....	24
3.2.3.	Εφαρμογές του μοντέλου	24
3.3.	Ιστορία	25
3.4.	Χαρακτηριστικά	25
3.4.1.	Αρχιτεκτονική προκατάρτισης	25
3.4.2.	Εργασία προεκπαίδευσης.....	26
3.5.	Περιορισμοί.....	27
4.	Μοντέλα BERT	29
4.1.	Ιδιότητες	29
4.2.	Διεργασίες	31
4.2.1.	Προεκπαίδευση.....	31
4.2.2.	Ακριβής Ρύθμιση.....	32
4.3.	Αρχιτεκτονική και Μεγέθη.....	32
4.4.	Ροή Εργασιών	33
4.5.	Χαρακτηριστικά Μοντέλα.....	34
4.5.1.	ALBERT	34
4.5.2.	RoBERTa.....	35
4.5.3.	DistilBERT	36
5.	Ανάπτυξη Συστήματος Συνομιλίας	40
5.1.	Περιγραφή Συστήματος.....	40
5.2.	Περιγραφή του API της OpenAI.....	40
5.3.	Ρύθμιση των Παραμέτρων του Συστήματος.....	41
5.4.	Περιγραφή του Συνομιλητικού Συστήματος	42
5.5.	Πειραματικά Αποτελέσματα.....	44
	Συμπεράσματα	57
	Πίνακας ορολογίας.....	59
	Πίνακας συντμήσεων – αρκτικόλεξων – ακρωνυμίων	62
	Βιβλιογραφία	64

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Transformer. Πηγή: Vaswani et al., 2017	22
Εικόνα 2: Το μοντέλο της προσοχής σε κλίμακα κουκίδας. Πηγή: Vaswani et al., 2017.....	24
Εικόνα 3: Το μοντέλο της προσοχής πολλαπλών κεφαλών. Πηγή: Vaswani et al., 2017.....	24
Εικόνα 4: Διάγραμμα αρχιτεκτονικής μοντέλου BERT. Πηγή: Sahoo et al., 2023.....	31
Εικόνα 5: Αναπαράσταση εισόδου BERT. Πηγή: Devlin et al., 2019	32
Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική υψηλού επιπέδου των δύο πρώτων μοντέλων BERT. Πηγή: Karavangeli, 2023	33
Εικόνα 7: Δομή εισόδου και εξόδου για BERT. Πηγή: Karavangeli, 2023.....	34
Εικόνα 8: Αρχιτεκτονική του ALBERT. Πηγή: Azizah et al., 2023.....	35
Εικόνα 9: Η λεπτομέρεια της ενσωμάτωσης του στρώματος στο RoBERTa. Πηγή: Azizah, 2023	36
Εικόνα 10: Ένα γενικό πλαίσιο δασκάλου - μαθητή για την απόσταξη γνώσης. Πηγή: Karavangeli, 2023	37
Εικόνα 11: Διάφοροι τύποι απόσταξης γνώσης. Πηγή: Karavangeli, 2023	38
Εικόνα 12: Η αρχιτεκτονική και τα συστατικά του μοντέλου DistilBERT. Πηγή: Karavangeli, 2023.....	39

Εισαγωγή

Οι τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) χρησιμοποιούνται εκτενώς για την υποστήριξη και ενίσχυση της ποιότητας της λήψης αποφάσεων και της επίλυσης προβλημάτων σε διαφορετικούς κλάδους εδώ και πολλά χρόνια. Αυτό γίνεται μέσω της εκμετάλλευσης διαφόρων τύπων νοημοσύνης μηχανών, συμπεριλαμβανομένης της κατανόησης φυσικής γλώσσας, της ρομποτικής, των έμπειρων συστημάτων, των νευρωνικών δικτύων και της μηχανικής μάθησης (William et al., 2017). Η πιο ανερχόμενη τάση της τεχνητής νοημοσύνης στον ιδιωτικό τομέα στη σύγχρονη εποχή αφορά τη χρήση εφαρμογών που αλληλεπιδρούν με τους χρήστες σε μορφή συνομιλίας και μιμούνται την ανθρώπινη συνομιλία, γνωστές ως συνομιλιακοί παράγοντες (αγγλ.: *conversational agents*), chatbots ή απλά ρομπότ (Klopfenstein et al., 2017).

Τα chatbots ορίζονται ως συσκευές που αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους και αναλαμβάνουν ενέργειες που μεγιστοποιούν τις πιθανότητες επιτυχίας τους σε κάποιο στόχο, οι οποίοι έχουν την ικανότητα να κατανοούν μια προφορική γλώσσα και να χρησιμοποιούν την ομιλία ως διεπαφή χρήστη (Russell & Norvig, 2009). Αποτελούνται από μια συγκεκριμένη κατηγορία λογισμικού βασισμένου σε τεχνητή νοημοσύνη που αναπτύχθηκε από εταιρείες για την αυτοματοποίηση των επικοινωνιών και της διαχείρισης των συναλλαγών με τους πελάτες τους. Ενδεικτικές εφαρμογές chatbot στον ιδιωτικό τομέα περιλαμβάνουν την υλοποίηση εικονικών βοηθών (π.χ. Siri, Alexa, Cortana) σε διάφορους κλάδους, όπως π.χ. οι τράπεζες (εφαρμογή συναλλαγών), τα μέσα ενημέρωσης (παροχή ειδήσεων), ο τουρισμός (κρατήσεις ξενοδοχείων ή εισιτηρίων), το λιανικό εμπόριο, το χρηματιστήριο, οι τηλεπικοινωνίες κλπ. (Dole et al., 2015; Poola, 2017). Ωστόσο, λόγω των πρόσφατων εξελίξεων της τεχνητής νοημοσύνης και της αφθονίας των διαθέσιμων δεδομένων, τα chatbots μπορούν πλέον να εκτελούν πιο σύνθετες εργασίες ή ακόμη και να ολοκληρώσουν προληπτικές διαδικασίες.

Πολλά οφέλη των εφαρμογών AI αναφέρονται ευρέως, όπως η εξοικονόμηση κόστους, η ελάφρυνση του φόρτου εργασίας των δημοσίων υπαλλήλων, η αύξηση της παραγωγικότητας, η δημιουργία νέων ευκαιριών απασχόλησης, η επίλυση προβλημάτων κατανομής πόρων, η παροχή δημόσιων υπηρεσιών και η αύξηση της ικανοποίησης των πολιτών (λόγω της εξατομίκευσης και της ανά πάσα στιγμή διαθεσιμότητας) (William et al., 2017). Ειδικότερα, τα chatbots και άλλοι τύποι λύσεων τεχνητής νοημοσύνης (π.χ. αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης, αυτοματισμός διεργασιών και λογισμικό αναγνώρισης εικόνας) μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον διοικητικό φόρτο των δημόσιων οργανισμών και να προωθήσουν την επικοινωνία μεταξύ κυβέρνησης και πολιτών στο πλαίσιο της παροχής δημόσιων υπηρεσιών, η οποία υπήρξε προβληματική για μεγάλο χρονικό διάστημα (Androutsorouli και συν., 2019).

Παρά τα αρχικά οφέλη ωστόσο, η υιοθέτηση των chatbots οριοθετεί έναν νέο ερευνητικό τομέα που θέτει μια σειρά προκλήσεων σχετικά με την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του AI και τη συμβολή τους στην παροχή δημόσιων υπηρεσιών. Για παράδειγμα, μια πολύ γνωστή πρόκληση για την ανάπτυξη εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης αφορά την εξαγωγή και την αναπαράσταση της τεχνογνωσίας που απαιτείται για την ανάπτυξη της βάσης γνώσεών τους. Αυτή η πρόκληση γίνεται μεγαλύτερη στον δημόσιο τομέα, όπου τόσο οι γνώσεις των κυβερνητικών εμπειρογνομόνων όσο και ένα πλήθος δεδομένων (νομοθετικά, λειτουργικά) πρέπει να κωδικοποιηθούν σε μια μορφή που μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμη από μηχανή (Adamorouli & Moussiades, 2020). Η ποιότητα των δεδομένων πρέπει επίσης να διασφαλίζεται μέσω της αποτελεσματικής διαχείρισης, της δομής και της συγκέντρωσης διαφορετικών δεδομένων, ενώ επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι μια σειρά από ηθικά και κοινωνικά εμπόδια εμποδίζουν την υιοθέτηση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στον δημόσιο τομέα, που βασίζονται κυρίως στην αντιπολίτευση για την αντικατάσταση των εργαζομένων από μηχανές και στην έλλειψη εμπιστοσύνης των πολιτών σε νοημοσύνη μηχανών (Cargemini, 2017). Η παρούσα εργασία επιχειρεί να συμβάλει στην υπέρβαση αυτών των προκλήσεων αναπτύσσοντας ένα σύστημα επικοινωνίας μεταξύ chatbots.

Η διαδικασία ανάπτυξης chatbot περιλαμβάνει τη δημιουργία και τη βελτίωση εφαρμογών λογισμικού που μιμούνται την ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Αυτό το ολοκληρωμένο πεδίο περιλαμβάνει διάφορα στάδια, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται ο σχεδιασμός λογισμικού, καθώς επίσης και η ανάπτυξη, οι δοκιμές και η βελτίωση της απόδοσης για την εξασφάλιση απρόσκοπτων αλληλεπιδράσεων με τους χρήστες.

Το θέμα των συστημάτων συνομιλίας και των chatbots έχει σημαντική αξία και κεντρίζει το επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω των διαφόρων επιπτώσεών του και των πιθανών επιπτώσεων σε

πολυάριθμους κλάδους και τομείς. Η εξέλιξη και η χρήση αυτών των συστημάτων έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στην επικοινωνία, την εξυπηρέτηση πελατών, ακόμη και την υποστήριξη ψυχικής υγείας, ενώ η μελέτη των chatbot προσφέρει πληροφορίες για την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή, καθώς επίσης και για την επεξεργασία της φυσικής γλώσσας και την τεχνητή νοημοσύνη, καθιστώντας το ένα συναρπαστικό και πολύπλευρο πεδίο έρευνας. Συνολικά, η σημασία αυτού του θέματος έγκειται στην ικανότητά του να βελτιώνει την αποτελεσματικότητα, την προσβασιμότητα και την εμπειρία του χρήστη σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, γεγονός το οποίο το καθιστά ένα συναρπαστικό και σχετικό θέμα στην επιστημονική κοινότητα.

Ο κύριος στόχος αυτής της έρευνας είναι η ανάπτυξη και η βελτιστοποίηση ενός συστήματος συνομιλίας που βασίζεται σε chatbot που μπορεί να κατανοήσει και να ανταποκριθεί στις ανάγκες των χρηστών φυσικά και αποτελεσματικά. Συγκεκριμένα, η εργασία εστιάζει στους ακόλουθους στόχους:

- ✓ Στην ανάλυση απαιτήσεων, η οποία περιλαμβάνει τον εντοπισμό τόσο των λειτουργικών όσο και των μη λειτουργικών απαιτήσεων ενός συστήματος, μαζί με την εμβάθυνση στις ανάγκες και τις προτιμήσεις των τελικών χρηστών. Αυτή η διαδικασία είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση ότι το τελικό προϊόν ανταποκρίνεται στις προσδοκίες και τους στόχους όλων των εμπλεκόμενων φορέων.
- ✓ Στη διαδικασία σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη της συνολικής δομής του συστήματος, η οποία περιλαμβάνει τη δημιουργία μεμονωμένων υποσυστημάτων για επεξεργασία φυσικής γλώσσας, μηχανική εκμάθηση και διαχείριση συνομιλιών. Αυτή η φάση είναι κρίσιμη για τον καθορισμό του τρόπου με τον οποίο τα διαφορετικά στοιχεία του συστήματος αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
- ✓ Στη φάση δημιουργίας πρωτοτύπων, κατά την οποία αναπτύσσεται ένα chatbot χρησιμοποιώντας τεχνολογίες αιχμής όπως η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) και η μηχανική μάθηση (ML). Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει εκπαίδευση του μοντέλου σε εκτεταμένα σύνολα δεδομένων συνομιλίας και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του μέσω διαφόρων μεθόδων δοκιμής.
- ✓ Στα τελικά στάδια ανάπτυξης και παραγωγής, όπου το σύστημα υφίσταται εκτεταμένη βελτιστοποίηση με βάση τα αποτελέσματα όλων των δοκιμών και αξιολογήσεων. Στη συνέχεια, το chatbot ενσωματώνεται απρόσκοπτα σε περιβάλλοντα πραγματικού κόσμου για πρακτική χρήση.

Με τη χρήση αυτής της συγκεκριμένης μεθοδολογίας, ο στόχος του έργου είναι να βελτιώσει και να βελτιστοποιήσει ένα σύστημα διαλόγου chatbot που είναι ικανό να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών και να προσφέρει βελτιωμένη εμπειρία χρήστη κατά τη διάρκεια των αλληλεπιδράσεων.

Η δομή της εργασίας γενικά διαμορφώνεται ως εξής:

- Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι βασικές έννοιες αναφορικά με τα συστήματα επικοινωνίας μεταξύ chatbots, ενώ παράλληλα εξετάζεται η προέλευσή τους, η σημασία τους στην τεχνολογική ανάπτυξη και οι διάφοροι τύποι τους, πράγματα που θεωρούνται απαραίτητα για την κατανόηση των πιο εξειδικευμένων θεμάτων που ακολουθούν. Επιπλέον αναλύονται οι έννοιες του φυσικού διαλόγου, της συνάφειας, της συνεκτικότητας και των μηχανισμών που επιτρέπουν στα chatbots να κατανοούν και να ανταποκρίνονται στις ανθρώπινες αλληλεπιδράσεις.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το ChatGPT, και πιο συγκεκριμένα εξετάζεται η δομή και η λειτουργία του, καθώς και οι τρόποι με τους οποίους το ChatGPT μπορεί να ενισχύσει την επικοινωνία μεταξύ chatbots. Αναλύονται οι δυνατότητές του στην επεξεργασία και κατανόηση φυσικής γλώσσας και πώς αυτές συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των συνομιλιών, ενώ παράλληλα διερευνώνται τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί του ChatGPT στην ενσωμάτωση σε πολυσύνθετα συστήματα επικοινωνίας.
- Στο τρίτο κεφάλαιο το σημείο εστίασης μεταφέρεται στην αρχιτεκτονική Transformer, καθώς εξετάζονται οι βασικές αρχές της, οι οποίες αποτελούν τη βάση για τα σύγχρονα συστήματα επικοινωνίας μεταξύ chatbots, ενώ επίσης αναλύονται οι τρόποι με τους οποίους η δομή της αρχιτεκτονικής Transformer επιτρέπει την παράλληλη επεξεργασία δεδομένων και την αποτελεσματική μάθηση από μεγάλα σύνολα δεδομένων. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι καινοτομίες που εισήγαγε αυτή η αρχιτεκτονική και η επίδρασή τους στην εξέλιξη των γλωσσικών μοντέλων.

- Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζονται τα μοντέλα BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers). Χαρακτηριστικά, αναλύεται η συμβολή τους στην κατανόηση και παραγωγή φυσικής γλώσσας, καθώς και η δυνατότητά τους να κατανοούν το πλαίσιο μιας συζήτησης με αμφίδρομο τρόπο, ενώ παράλληλα καταγράφονται οι μέθοδοι μέσω των οποίων τα μοντέλα BERT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη αποδοτικών συστημάτων επικοινωνίας μεταξύ chatbots.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο η έρευνα επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός συστήματος συνομιλίας. Παρουσιάζονται πρακτικά παραδείγματα και τεχνικές υλοποίησης που συμβάλλουν στην αποτελεσματική αλληλεπίδραση μεταξύ chatbots.
- Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παραπάνω έρευνα και τίθενται προς συζήτηση, ενώ αναλύονται οι προοπτικές για μελλοντική έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της επικοινωνίας μεταξύ chatbots και οι πιθανές εφαρμογές των ευρημάτων αυτών σε διάφορους κλάδους της τεχνολογίας.

Οι πηγές οι οποίες συνετέλεσαν στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής παρατίθενται στο τέλος του πονήματος, στο κομμάτι της βιβλιογραφίας.

1. Κεντρικές έννοιες

Από την πλειάδα εφαρμογών που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην καθημερινή ζωή, τα chatbots είναι ακριβώς όπως κάθε άλλη εφαρμογή, με τη μόνη διαφοροποίησή τους από τις κανονικές εφαρμογές να είναι η διεπαφή με τον χρήστη τους. Τα chatbots έχουν μια διεπαφή συνομιλίας, όπου ο χρήστης κυριολεκτικά συνομιλεί μέσω μηνυμάτων με την εφαρμογή και τη χειρίζεται με τρόπο συνομιλίας, αντί για μια οπτική διεπαφή που αποτελείται από κουμπιά και εικονίδια.

Η τεχνητή νοημοσύνη (αγγλ.: *AI / Artificial Intelligence*) ενσωματώνεται όλο και περισσότερο στην καθημερινότητα μέσω της δημιουργίας και της ανάλυσης ευφυούς λογισμικού και υλικού, που ονομάζονται ευφυείς πράκτορες. Οι ευφυείς πράκτορες μπορούν να διεκπεραιώσουν μια ποικιλία εργασιών που κυμαίνονται από χειρωνακτικές εργασίες έως εξελιγμένες λειτουργίες. Ένα chatbot είναι ένα τυπικό παράδειγμα συστήματος AI και ένα από τα πιο στοιχειώδη και διαδεδομένα παραδείγματα έξυπνης αλληλεπίδρασης ανθρώπου – υπολογιστή (αγγλ.: *HCI / human – computer interaction*) (Bansal & Khan, 2018). Είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή, το οποίο ανταποκρίνεται σαν έξυπνη οντότητα όταν συνομιλεί μέσω κειμένου ή φωνής και κατανοεί μία ή περισσότερες ανθρώπινες γλώσσες μέσω της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (αγγλ.: *NLP / natural language processing*) (Khanna et al., 2015). Ουσιαστικά, ένα chatbot ορίζεται ως ένα πρόγραμμα υπολογιστή που έχει σχεδιαστεί για την προσομοίωση συνομιλίας με ανθρώπινους χρήστες, ειδικά μέσω του διαδικτύου, όντας επίσης γνωστό ως έξυπνο ρομπότ (αγγλ.: *smartbot*), διαδραστικός παράγοντας (αγγλ.: *interactive agent*), ψηφιακός βοηθός (αγγλ.: *digital assistant*) ή οντότητα τεχνητής συνομιλίας (αγγλ.: *artificial conversation entity*) (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Τα chatbots μπορούν να μιμηθούν την ανθρώπινη συνομιλία και να διασκεδάσουν τους χρήστες, αλλά δεν είναι κατασκευασμένα μόνο για αυτό, καθώς είναι χρήσιμα σε εφαρμογές όπως η εκπαίδευση, η ανάκτηση πληροφοριών, οι επιχειρήσεις και το ηλεκτρονικό εμπόριο (Abu Shawar & Atwell, 2007). Η δημοφιλία τους έγκειται στο γεγονός ότι παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα τόσο για τους χρήστες όσο και για τους προγραμματιστές, ενώ οι περισσότερες υλοποιήσεις δεν εξαρτώνται από την πλατφόρμα και είναι άμεσα διαθέσιμες στους χρήστες ακόμη κι αν δε διαθέτουν τις απαραίτητες υλικοτεχνικές υποδομές (Androutsopoulou et al., 2019).

Η επαφή με το chatbot διαδίδεται μέσω του κοινωνικού δικτύου ενός χρήστη χωρίς να εγκαταλείπει την εφαρμογή ανταλλαγής μηνυμάτων στην οποία ζει το chatbot, η οποία παρέχει και εγγυάται την ταυτότητα του χρήστη. Επιπλέον, οι υπηρεσίες πληρωμών είναι ενσωματωμένες στο σύστημα ανταλλαγής μηνυμάτων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια και αξιοπιστία και ένα σύστημα ειδοποιήσεων προσελκύει εκ νέου ανενεργούς χρήστες. Τα chatbots ενσωματώνονται σε ομαδικές συνομιλίες ή μοιράζονται όπως κάθε άλλη επαφή, ενώ πολλές συνομιλίες μπορούν να μεταφερθούν παράλληλα (Lee, 2020). Η γνώση για τη χρήση ενός chatbot μεταφέρεται εύκολα στη χρήση άλλων chatbot χωρίς να υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις δεδομένων, ενώ η αξιοπιστία της επικοινωνίας, οι γρήγορες και απλές επαναλήψεις ανάπτυξης, η έλλειψη κατακερματισμού των εκδόσεων και οι περιορισμένες προσπάθειες σχεδιασμού για τη διεπαφή είναι μερικά από τα πλεονεκτήματα και για τους προγραμματιστές (Androutsopoulou και συν., 2019).

Οι πρόσφατες εξελίξεις στη μηχανική μάθηση έχουν τροφοδοτήσει τα chatbots όσο ποτέ άλλοτε, ερμηνεύοντας τη φυσική γλώσσα για να κατανοούν και να μαθαίνουν καλύτερα με την πάροδο του χρόνου. Μεγάλες εταιρείες, όπως το Facebook, η Apple, η Google (Alphabet) και η Microsoft, αφιερώνουν σημαντικούς πόρους στην έρευνα που σχετίζεται με τη μίμηση πραγματικών συνομιλιών μεταξύ καταναλωτών και μηχανών, με εμπορικά βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

1.1. Ιστορία Chatbots

Αν και ο όρος chatbot δεν είχε εφευρεθεί μέχρι εκείνη την εποχή, το πρώτο chatbot, που ονομαζόταν ELIZA, ήρθε στη δημοσιότητα το 1966, προσομοιώνοντας μια ψυχοθεραπεύτρια της σχολής του Carl Rogers. Το ELIZA ήταν ένα πρόγραμμα που αναπτύχθηκε από τον Weizenbaum (1966), το οποίο ήταν σε θέση να δημιουργήσει μια συνομιλία με ανθρώπινα όντα, παρουσιάζοντας τον εαυτό του επίσης ως τέτοιο. Το μοντέλο συνομιλίας του ELIZA βασίστηκε στην αναδιατύπωση των προτάσεων εισαγωγής, όταν αυτές ταίριαζαν με ένα σύνολο προκαθορισμένων κανόνων. Σήμερα, το ELIZA εξακολουθεί να είναι μια

από τις πιο γνωστές εφαρμογές στην τεχνητή νοημοσύνη και βρίσκεται στη βάση ενός μεγάλου αριθμού chatbot, συμπεριλαμβανομένου του προγράμματος PARRY, του «διαδόχου» του (Pereira et al., 2016).

Ακολουθώντας μια παρόμοια αρχιτεκτονική με αυτή του ELIZA, το PARRY εμφανίστηκε το 1971 από τον Kenneth Colby, προσομοιώνοντας έναν παρανοϊκό ασθενή (Saygin et al., 2000). Μια ενδιαφέρουσα σύγκριση μεταξύ PARRY και ELIZA έγινε από τους Franchi & Guzeldere (2005), καθώς δήλωσαν ότι «η στρατηγική του PARRY είναι κάπως αντίστροφη από αυτή του ELIZA», καθώς το ένα προσομοιώνει τον γιατρό, όντας απόμακρο και χωρίς ίχνη προσωπικότητας, ενώ το άλλο προσομοίωνε έναν παρανοϊκό ασθενή. Αν και η αρχιτεκτονική του PARRY είναι παρόμοια με αυτή του ELIZA, το PARRY έχει γνώση της συνομιλίας και εκφράζει νοητικές καταστάσεις. Ο συνδυασμός αυτών των δύο παραγόντων επηρέαζε την παραγωγή λόγου, καθώς ρύθμιζε όχι μόνο τις απόψεις, αλλά και τις πεποιθήσεις, τις επιθυμίες και τις προθέσεις του PARRY (Zumstein & Hundertmark, 2017).

Ένα άλλο ανταγωνιστικό σύστημα που πρέπει να επισημανθεί, καθώς παίζει σημαντικό ρόλο στο πεδίο των chatbots, είναι το σύστημα ALICE (Artificial Linguistic Internet Computer Entity / ελλ.: *Τεχνητή Γλωσσική Υπολογιστική Διαδικτυακή Οντότητα*), το οποίο επινοήθηκε το 1995 από τον Richard Wallace (Shah, 2006). Παρ' όλο που είναι μια πιο μοντέρνα εκδοχή του ELIZA (δηλαδή με βάση το ταίριασμα προτύπων), διαφέρει από αυτό επειδή δεν διαδραματίζει έναν συγκεκριμένο ρόλο, αλλά προσπαθεί να αντικατοπτρίζει έναν άνθρωπο γενικά. Η πρόταση της δημιουργίας του ALICE ήταν να συνεχίσει να μιλάει όσο το δυνατόν περισσότερο χωρίς οι χρήστες να συνειδητοποιούν ότι δεν μιλούν σε μια μηχανή και χωρίς να μένουν σε ένα συγκεκριμένο θέμα ή ρόλο (Gkinko & Elbanna, 2022). Επίσης, κάτι ακόμη που σχετίζεται με το ALICE είναι μια συλλογή πόρων που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως από την κοινότητα των chatbots, συμπεριλαμβανομένης της υπηρεσίας φιλοξενίας Pandorabots, η οποία αντιπροσωπεύει τη μεγαλύτερη κοινότητα chatbot στο διαδίκτυο (Pereira et al., 2016).

Τέλος, το σύστημα Chip Vivant αναπτύχθηκε από τον Mohan Embar. Το Chip Vivant διαφέρει από τα άλλα chatbot, καθώς ο στόχος του ήταν «να απαντά σε βασικές ερωτήσεις κοινής λογικής και να επιχειρεί απλή απαγωγική συλλογιστική αντί να έχει μια τεράστια βάση δεδομένων τυποποιημένων απαντήσεων σε μια προσπάθεια να ξεγελάσει τους χρήστες με το φαινόμενο ELIZA» (Oduntan & Adegboye, 2017). Λαμβάνοντας υπ' όψη αυτό, το Chip Vivant δεν είναι ένα chatbot: στην πραγματικότητα, είναι ιδιαίτερα πρωτότυπο στον τρόπο λειτουργίας του, καθώς χρησιμοποιεί πολλούς εξωτερικούς πόρους που χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, όπως το Wordnet, η Wikipedia, το OpenCyc και το Link Parser (Grinberg et al., 1995).

1.2. Τύποι Chatbots

Τα chatbots μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, ανάλογα με τον τύπο απάντησης που μπορεί να δώσει ένα chatbot, μπορεί να ταξινομηθεί ως βασισμένο στην ανάκτηση (αγγλ.: *retrieval-based*), διαδικασία στην οποία ενσωματώνει ένα χώρο αποθήκευσης με προκαθορισμένες αποκρίσεις και χρησιμοποιεί μια ευρετική διαδικασία για την επιλογή της κατάλληλης απάντησης με βάση την απόκριση και το πλαίσιο (Yu et al., 2017). Αυτή η μέθοδος μπορεί να κυμαίνεται από μια επιλογή βάσει κανόνων έως ταξινομητές μηχανικής μάθησης (αγγλ.: *ML / machine learning*): με άλλα λόγια, οι απαντήσεις από αυτού του είδους τα chatbots είναι προκαθορισμένες. Υπάρχουν επίσης chatbots που βασίζονται σε μοντέλα παραγωγής, τα οποία δεν βασίζονται σε προκαθορισμένες απαντήσεις: σε αυτήν την περίπτωση, τα chatbots είναι σε θέση να δημιουργούν νέες απαντήσεις και υποστηρίζονται από τεχνικές μηχανικής μετάφρασης (αγγλ.: *MT / machine translation*) (Ramesh et al., 2017).

Η πλειοψηφία των chatbots βασίζεται στο μοντέλο που βασίζεται στην ανάκτηση, κι έτσι ανακύπτουν σημαντικοί περιορισμοί λόγω του γεγονότος ότι δεν μπορούν να αντιστοιχούν σε άγνωστες περιπτώσεις για τις οποίες υπάρχει προκαθορισμένη απάντηση, ενώ επίσης δεν μπορούν να ανατρέξουν σε πληροφορίες οντοτήτων με βάση τα συμφραζόμενα (Veglis & Maniου, 2019). Από την άλλη, δεδομένου ότι βασίζονται σε προγραμματισμένο αποθετήριο απαντήσεων, δεν παρουσιάζουν γραμματικά λάθη, προσφέροντας έτσι μια καλή εμπειρία στους χρήστες που αλληλεπιδρούν μαζί τους. Στην περίπτωση των μοντέλων παραγωγής, υποτίθεται ότι παράγουν καλύτερα αποτελέσματα, αλλά εξακολουθούν να παραμένουν σε στάδιο ανάπτυξης (Ramesh et al., 2017; Yu et al., 2017).

Μια άλλη ταξινόμηση που μπορεί να ληφθεί υπ' όψη για τα chatbots είναι η διάκριση μεταξύ της συνομιλίας με σύντομο κείμενο, η οποία είναι πιο εύκολη στην υποστήριξη, και της μακράς συνομιλίας, η οποία είναι πιο δύσκολο να υποστηριχθεί, καθώς το chatbot πρέπει να παρακολουθεί όλες

τις πληροφορίες που έχει λάβει. Σύμφωνα με τους Veglis & Maniou (2019), τα chatbots μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις τύπους ανάλογα με το κομμάτι στο οποίο συμβάλλουν: πληροφοριών, συναλλαγών, παραγωγικότητας επιχειρήσεων και ελέγχου συσκευών. Επί του παρόντος, η κύρια εστίαση του σχεδιασμού και της ανάπτυξης των chatbots είναι για εφαρμογές ανταλλαγής μηνυμάτων για κινητά (Brandtzaeg & Følstad, 2017).

Σήμερα, υπάρχουν διαθέσιμα διαδικτυακά εργαλεία που επιτρέπουν σε χρήστες με περιορισμένη εμπειρία να δημιουργούν διαδικτυακά chatbot. Αυτά τα chatbots αποτελούνται από ηλεκτρονικές ενότητες (διαδικτυακές υπηρεσίες) που μπορούν να διασυνδεθούν στο διαδίκτυο ορίζοντας ορισμένες παραμέτρους και μπορούν ακόμη και να περιλαμβάνουν λειτουργικές μονάδες NLP που επιτρέπουν, σε κάποιο βαθμό, μια φυσική συνομιλία μεταξύ του χρήστη και του chatbot (Veglis & Maniou, 2019).

1.3. Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Η εφαρμογή των chatbots αναδιαμορφώνει τα δεδομένα, καθώς όχι μόνο επιτρέπει την εξατομίκευση των πληροφοριών και την άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ πηγών και παραληπτών, αλλά μπορεί δυνητικά να δημιουργήσει λόγο που εμπνέει εμπιστοσύνη και δημιουργεί συναισθήματα, ενθαρρύνοντας με αυτό τον τρόπο την πίστη στα εκάστοτε λεγόμενα που παράγονται από αυτές τις εφαρμογές (Sánchez Gonsales & Sánchez Gonzalez, 2017). Αυτή η συνθήκη, εξοπλισμένη για να αντιμετωπίσει τον τεράστιο αυξανόμενο αριθμό πληροφοριών δεδομένων, μπορεί να οδηγήσει σε έναν νέο τύπο λογοδοσίας: όπως υποστηρίζουν οι Diakouroulos & Kolinska (2017), μπορεί να οδηγήσει στη διαμόρφωση ενός πλαισίου διαφάνειας, που προέρχεται από την «αλγοριθμική αναφορά λογοδοσίας», που μπορεί να εντοπίσει πιθανές προκαταλήψεις σε ιστορίες.

Επιπλέον, η εμφάνιση εξατομικευμένων ειδήσεων, που εκλαμβάνονται εδώ ως ειδήσεις προσαρμοσμένες στις προτιμήσεις των μεμονωμένων χρηστών με «ρητά εγγεγραμμένα» ή / και «σιωπηρά καθορισμένα» μέσα που διευκολύνονται μέσω των chatbot, μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση του κοινού των μέσων (Thurman, 2011). Κατά συνέπεια, μπορεί να επεκταθεί το κοινό και να εκτοξευτεί η κερδοφορία των οντοτήτων που ασχολούνται με τη δημιουργική γραφή, υπό την προϋπόθεση ότι το σχετικό κόστος λογισμικού και τεχνολογίας θα μπορούσε να είναι σε προσιτές τιμές για όλους τους τύπους οντοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των τοπικών και περιφερειακών εταιρειών (Veglis & Maniou, 2019).

Ωστόσο, η πιθανή απώλεια ανθρώπινων θέσεων εργασίας που είναι απότοκη της επικράτησης αυτών των τάσεων, έχει γίνει μείζον ζήτημα τα τελευταία χρόνια. Για παράδειγμα, οι ειδικοί των προγνώσεων για τον τομέα των μέσων ενημέρωσης αναφέρουν ότι σχεδόν το 50% των ανθρώπινων θέσεων εργασίας μπορεί να κινδυνεύει λόγω της αυτοματοποίησης των πλατφορμών μέσων ενημέρωσης, ενώ οι μελετητές έχουν ήδη αρχίσει να αναλύουν ένα ασαφές μέλλον στο οποίο η ανθρώπινη δημοσιογραφία μπορεί να φτάσει στο τέλος της (Latar, 2018).

Η πιθανότητα που ακολουθεί αυτές τις διαδικασίες αυτοματοποίησης υποδηλώνει μια σειρά θεμάτων για τομείς όπως η δημοσιογραφία. Παρ' όλο που η εφαρμογή των chatbots σε πλατφόρμες μέσων μπορεί να δημιουργήσει πολλά πλεονεκτήματα όσον αφορά τις οντότητες των μέσων ενημέρωσης (κυρίως όσον αφορά το κόστος και τη χρηματοδότηση), είναι προφανές ότι η εξάλειψη της ανθρώπινης δημοσιογραφίας θέτει πραγματικούς κινδύνους για τη δημοκρατία, ακόμη και σε σημείο να θέτει σε κίνδυνο την επιβίωση των δημοκρατικών κοινωνιών (Veglis & Maniou, 2019). Αν και πρώιμες μελέτες στον τομέα που αξιολόγησαν το ιδεαλιστικό δυναμικό ότι αυτός ο τύπος υπολογιστικής δημοσιογραφίας θα μπορούσε να δημιουργήσει νέους συνδυασμούς κοινού, ρεπόρτερ και σχολιαστή που θα μπορούσε να αυξήσει το κοινό για τη δημοσιογραφία παρακολούθησης και να ενισχύσει τη συμμετοχή των πολιτών στη διαδικασία της διαφύλαξης της δημοκρατίας (Hamilton & Turner, 2009).

Ταυτόχρονα, ανακύπτουν μια σειρά από ηθικά ζητήματα σχετικά με την κοινωνική ευθύνη σε διάφορα επαγγέλματα των οποίων η θέση κινδυνεύει λόγω της επικράτησης του AI. Αξίες όπως η αντικειμενικότητα, η ουδετερότητα, η επιβεβαίωση και ο ρόλος των ανθρώπων ως μεσάζοντες αναπτύχθηκαν εδώ και εκατοντάδες χρόνια και καθιερώθηκαν μέσω παρατεταμένων αγώνων μεταξύ επαγγελματιών και πολιτικών καθεστώτων (Dörr & Hollnbuchner, 2017). Ωστόσο, καθώς οι τεχνολογικές τάσεις παρουσιάζουν σημαντικές επιπτώσεις στις επαγγελματικές πρακτικές ορισμένων κλάδων, η κοινωνική ευθύνη των τελευταίων φαίνεται να βασίζεται απλώς σε αλγόριθμους και διαδικασίες αυτοματοποίησης, αποκλείοντας τον ανθρώπινο παράγοντα και δημιουργώντας πρωτοφανή ηθικά

ζητήματα. Ζητήματα ψηφιακής, αλγοριθμικής και κυβερνοηθικής σχετικά με τον τομέα των μέσων ενημέρωσης σε σχέση με τις τεχνολογικές αλλαγές έχουν συζητηθεί διεξοδικά τα τελευταία χρόνια, υποδεικνύοντας μια σημαντική μετατόπιση της ευθύνης προς την πλευρά της παραγωγής είδεων (Ananny, 2015).

1.4. Σχετικές Τεχνικές

Αν και στο παρελθόν το chatbot έχει εισαχθεί στην τεχνική αντιστοίχισης λέξεων, πλέον μελετάται σε ορισμένες άλλες πτυχές (Dale, 2016). Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να επαναπροσδιοριστούν και να αναρμονιστούν ορισμένα βασικά σημεία με τις τάσεις του σήμερα.

- Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας ήταν ανέκαθεν μια σημαντική πτυχή και ο πυρήνας του συστήματος chatbot, όντας ένα από τα σημαντικότερα ερευνητικά πεδία της τεχνητής νοημοσύνης που επιτρέπει τη μελέτη και εφαρμογή φαινομένων ανθρώπινης ομιλίας χρησιμοποιώντας μηχανές όπως οι υπολογιστές (Park et al., 2022). Η επεξεργασία αυτή ταξινομείται τεχνικά στην προαναφερθείσα NLP, στην κατανόηση φυσικής γλώσσας (αγγλ.: *NLU / natural language understanding*) και στην παραγωγή φυσικής γλώσσας (αγγλ.: *NLG / natural language generation*).
 - Η NLP εφαρμόζεται σε διάφορα πεδία όπως τα chatbot, η αναζήτηση πληροφοριών, τα συστήματα ερωτήσεων / απαντήσεων (Q&A), η αυτόματη ταξινόμηση εγγράφων, η ομαδοποίηση άρθρων εφημερίδων, η αυτόματη μετάφραση ενός συστήματος και η διερμηνεία. Η NLP αναφέρεται σε γενικές τεχνικές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, και αποτελεί γενικά ένα σύνολο τεχνικών που αναλύουν, εξαγουν και κατανοούν σημαντικές πληροφορίες σε δεδομένο κείμενο (Shinde et al., 2012).
 - Η NLU και η NLG είναι τεχνολογίες που κατανοούν τη φυσική γλώσσα και ασχολούνται με περισσότερες λεπτομέρειες απ' ό,τι η NLP (Kuhn & De Mori, 1995).

Το μελλοντικό σύστημα chatbot δεν περιορίζεται σε μια απλή διαδικασία φυσικής γλώσσας, αλλά απαιτεί ένα νέο σύστημα chatbot σε συνδυασμό με διάφορες υπάρχουσες μελέτες. Επομένως, οι μελλοντικές τεχνολογίες όπως η αναγνώριση προτύπων, ο σημασιολογικός ιστός, η εξόρυξη δεδομένων και ο υπολογισμός με επίγνωση κειμένου, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μελλοντική αγορά chatbot (Park και συν., 2022).

- Η αναγνώριση προτύπων (αγγλ.: *pattern recognition*) είναι μία από τις τεχνικές προσεγγίσεις στη γνωστική επιστήμη και την τεχνητή νοημοσύνη. Η γνωστική επιστήμη αναφέρεται στον τομέα της επιστήμης που διερευνά ζητήματα νοημοσύνης και αντίληψης στην ψυχολογία, την επιστήμη των υπολογιστών, την τεχνητή νοημοσύνη, τις νευροεπιστήμες, τη γλωσσολογία και τη φιλοσοφία, ενώ η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε τεχνολογίες που μοντελοποιούν τις δεξιότητες μάθησης και συλλογισμού του ανθρώπου για την κατανόηση συντακτικών προτύπων (Quarteroni & Manandhar, 2007). Η αναγνώριση προτύπων χρησιμοποιεί μια μηχανική προσέγγιση σε ένα πραγματικό πρόβλημα εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης, «*το πρόβλημα της αναγνώρισης του αντιληπτού στόχου*». Η αναγνώριση προτύπων αναγνωρίζεται συνήθως ως «*έναν κλάδο της τεχνητής νοημοσύνης που επεξεργάζεται το πρόβλημα μιας υπολογιστικής μηχανικής συσκευής (υπολογιστή) που αναγνωρίζει έναν στόχο*», ενώ μπορεί να οριστεί με πολλούς τρόπους. Αυτή η αναγνώριση μοτίβων προσδιορίζει σχήματα, γράμματα και ήχους χρησιμοποιώντας μηχανές, ενώ οι δηλώσεις χρήστη που εισάγονται στο chatbot μπορούν να ταξινομηθούν και να αναγνωριστούν σε διάφορα μοτίβα (Satu & Parvez, 2015).
- Ο σημασιολογικός ιστός (αγγλ.: *semantic web*) είναι ένα πλαίσιο και μια τεχνολογία που επιτρέπει στους υπολογιστές να κατανοήσουν την έννοια των πόρων πληροφοριών (π.χ. διαδικτυακά έγγραφα, αρχεία, υπηρεσίες) και να εκφράσουν τη σχέση μεταξύ των πόρων σε μια οντολογική μορφή που μπορεί να χειριστεί το μηχάνημα (υπολογιστής). Πρόκειται για μια τεχνολογία που συμβάλλει στην αύξηση του επιπέδου του chatbot (Park et al., 2022).
- Η οντολογία (αγγλ.: *ontology*) είναι ένα μοντέλο που εκφράζει τα αποτελέσματα μιας εννοιολογικής και φιλικής προς τον υπολογιστή συζήτησης για το τι βλέπουν, ακούν, αισθάνονται και σκέφτονται οι άνθρωποι για τον κόσμο, ορίζοντας ρητά το είδος της έννοιας ή τους περιορισμούς χρήσης (Devedzic, 2004). Συγκρίνοντας τον σημασιολογικό ιστό με τη γλώσσα σήμανσης υπερκειμένου (αγγλ.: *HTML / Hypertext Markup Language*), ο τελευταίος παραθέτει απλώς μεταδεδομένα σχετικά με οπτικές πληροφορίες και προτάσεις που περιγράφονται σε φυσική γλώσσα. Για παράδειγμα, εάν η λέξη «μπανάνα» αναγράφεται με κίτρινο, η σχέση

μεταξύ μπανάνας και κίτρινου δεν είναι διακριτή για τον γενικό ιστό, αλλά ο σημασιολογικός ιστός θα αντιλαμβάνεται την έννοια ότι οι μπανάνες είναι κίτρινες (Berners-Lee et al., 2001). Η τεχνολογία κατανόησης αυτών των εννοιών σχέσεων θα έχει μεγάλο αντίκτυπο στις μελλοντικές τεχνολογίες chatbot, καθώς θα είναι σε θέση να κατανοούν και να κάνουν ερωτήσεις στους χρήστες και να συμμετέχουν στη συζήτηση φυσικά σε μια μακρά ροή ιστοριών (Park et al., 2022).

- Η εξόρυξη δεδομένων (αγγλ.: *data mining*) έχει τη δυνατότητα να αναλύει τα σύνολα δεδομένων σε μη δομημένα ή μεγάλης κλίμακας δεδομένα κειμένου που απαιτούνται για τη χρήση του chatbot ως διαδικασία ή τεχνολογία για την εύρεση νέων και χρήσιμων πληροφοριών. Αυτή η εξόρυξη δεδομένων μπορεί να εφαρμοστεί στο chatbot με δύο τρόπους: ανάλυση συσχέτισης και ανάλυση παλινδρόμησης (Larsen & Aone, 1999).
 - Η ανάλυση συσχέτισης είναι η ανακάλυψη συσχετιστικών κανόνων που συνδέουν τις τιμές των ιδιοτήτων που εμφανίζονται συχνά σε ένα δεδομένο σύνολο δεδομένων. Για παράδειγμα, χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό συσχετίσεων για προτάσεις που ρωτούνται συχνά.
 - Η ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τι είναι μια εξαρτημένη μεταβλητή μέσω της ανάλυσης ανεξάρτητης μεταβλητής.

Με άλλα λόγια, η εξόρυξη δεδομένων είναι μια τεχνολογία που αναλύει δεδομένα από το παρελθόν και δίνει απαντήσεις (Tan, 1999).

- Ο υπολογισμός με επίγνωση κειμένου (αγγλ.: *text-aware computing*) είναι μια τεχνολογία που ενημερώνει την κατάσταση στην πραγματικότητα σε έναν εικονικό χώρο και παρέχει έξυπνες υπηρεσίες με βάση τη χρήση του χρήστη, ενώ παράλληλα χρησιμοποιεί τη σκόπιμη εισαγωγή πληροφοριών του χρήστη και τις γενικές αποκρίσεις chatbot που εμφανίζονται στο σύστημα με στόχο να επιτρέψει στον υπολογιστή που είναι ενσωματωμένος στο αντικείμενο να αναγνωρίσει τον χρήστη, να εξάγει τα κατάλληλα συμπεράσματα και να εκτελέσει ενέργειες με βάση αυτά (Park et al., 2022). Αυτός ο τύπος υπολογιστών θα ταίριαζε καλύτερα σε περιορισμένες τοποθεσίες, όπως εργοστάσια και νοσοκομεία, επειδή τα γενικά chatbot απαιτούν πρόσθετα δεδομένα από το περιβάλλον τους (Hong & Landay, 1999).

1.5. Παραδείγματα Εφαρμογής

1.5.1. Γενικά

Ο Bayerque (2016) έχει τεκμηριώσει την εισαγωγή του πρώτου κύματος τεχνολογίας AI με τη μορφή chatbots. Οι πλατφόρμες μέσω κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook επέτρεψαν στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν ένα chatbot για την επωνυμία ή την υπηρεσία τους, έτσι ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να συνεχίσουν ορισμένες από τις καθημερινές τους ενέργειες μέσα από την πλατφόρμα αποστολής μηνυμάτων. Μέσω αυτής της εξέλιξης της τεχνολογίας AI, οι δυνατότητες για τον τρόπο με τον οποίο γινόταν η επικοινωνία με τις εκάστοτε επιχειρήσεις διευρύνθηκαν εκθετικά.

Οι Kumar & Rose (2011) παρουσίασαν μια νέα αρχιτεκτονική λογισμικού που ονομάζεται Basilica για την κατασκευή πρακτόρων συνομιλίας που μπορούν να υποστηρίξουν τη συνεργατική μάθηση με ισχυρό τρόπο. Αυτό περιλαμβάνει δύο ή περισσότερους μαθητές που μπορούν να αλληλεπιδράσουν με έναν ή περισσότερους συνομιλητές που αποτελούν μέρος μιας συνεργατικής ομάδας που καταπιάνεται με μια μαθησιακή διαδικασία.

Οι Hettige et al. (2013) παρουσίασαν το σχεδιασμό και την υλοποίηση του λογισμικού Octopus, το οποίο έχει σχεδιαστεί ως σύστημα πολλαπλών παραγόντων και υλοποιείται μέσω του πλαισίου ανάπτυξης συστημάτων πολλαπλών πρακτόρων MaSMT. Το chatbot αυτό υποστηρίζει δυνατότητα συνομιλίας μέσω κειμένου, λειτουργία δράσης που χειρίζεται περιορισμένες εργασίες, όπως εκτέλεση εντολών, άνοιγμα ή κλείσιμο κάποιων αναζήτησης εφαρμογής κάποιου αποτελέσματος κλπ., καθώς επίσης και δυνατότητα αναζήτησης για αναζήτηση ορισμένων αρχείων ή δεδομένων εντός του υπολογιστή ή σε όλο το τοπικό δίκτυο. Το Octopus αποτελείται από 8 υποσυστήματα: το βασικό σύστημα, το σύστημα γραφικού περιβάλλοντος εργασίας (αγγλ.: *GUI / Graphical User Interface*), το σύστημα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, το σύστημα επικοινωνίας, το σύστημα εκμάθησης, το σύστημα δράσης, το σύστημα αναζήτησης και το σύστημα πρόσβασης δεδομένων (Memon et al., 2018).

Οι Setiaji & Wibowo (2016) εισήγαγαν την εφαρμογή chatbot που χρησιμοποιεί τη γνώση στη βάση δεδομένων για να ανταποκρίνεται στις εισροές των χρηστών. Οι συγγραφείς αντιμετώπισαν το πρόβλημα του υπολογισμού της ομοιότητας προτάσεων χρησιμοποιώντας τη μέθοδο bigram που διαιρεί

την πρόταση εισόδου ως δύο γράμματα πρότασης εισαγωγής, με τη γνώση του chatbot να αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων. Το chatbot αποτελείται από πυρήνα και διεπαφή που έχει πρόσβαση στον πυρήνα των σχεσιακών συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων (αγγλ.: *RDBMS / Relational Database Management Systems*). Η βάση δεδομένων έχει χρησιμοποιηθεί ως αποθήκευση γνώσης και ο διερμηνέας έχει χρησιμοποιηθεί ως αποθηκευμένα προγράμματα συνόλων συναρτήσεων και διαδικασιών για την απαίτηση αντιστοίχισης προτύπων, ενώ η διεπαφή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση των γλωσσών προγραμματισμού Pascal και Java (Memon et al., 2018).

Οι Lee et al. (2017) εισήγαγαν μια ψυχιατρική εφαρμογή chatbot για καλύτερη συμβουλευτική υπηρεσία ψυχικής υγείας. Καθώς το chatbot μπόρεσε να αναγνωρίσει και να παρακολουθήσει το ανθρώπινο συναίσθημα μέσω της συνεχούς παρατήρησης της συνομιλίας και παράγει μια κατάλληλη απάντηση με βάση το πλαίσιο συνομιλίας, το συναίσθημα του χρήστη και την αναμενόμενη αντίδραση χρησιμοποιώντας τεχνικές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και αναγνώρισης συναισθημάτων.

Τέλος, οι D'silva et al. (2017) πρότειναν μια αρχιτεκτονική συστήματος για την εξυπηρέτηση πελατών όπου ο πελάτης μπορεί να επικοινωνεί με τους εκπροσώπους ανά πάσα στιγμή από οπουδήποτε. Το σύστημα αντιμετώπισε το πρόβλημα του χειρισμού τεράστιου όγκου χρηστών και της ανάλυσης κάθε μηνύματος πελάτη, κάτι που οδηγεί σε μεγάλη δαπάνη χρόνου και στη δυσαρέσκεια πολλών πελατών. Καθώς το προτεινόμενο σύστημα αναλύει την κοινωνική συνομιλία προσδιορίζοντας εάν τα μηνύματα από πελάτες είναι ενεργά ή όχι, όλα τα μηνύματα με δυνατότητα ενέργειας αποστέλλονται στο chatbot, το οποίο προσπαθεί να επιλύσει τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πελάτες ξεκινώντας συνομιλία μαζί τους, καθώς αυτό μπορεί να διευκολύνει την εκάστοτε εταιρεία να εξοικονομήσει πόρους για την εξυπηρέτηση πελατών, ενώ παράλληλα μπορεί να αυξήσει την ικανοποίηση των πελατών. Η αρχιτεκτονική αποτελείται από τον διακομιστή λογισμικού Ejabberd που χειρίζεται το τμήμα συνομιλίας, τις υπηρεσίες ιστού της Amazon (αγγλ.: *AWS / Amazon Web Services*) που αναλύουν τα μηνύματα των πελατών, καθώς επίσης και ένα chatbot που παρέχει απαντήσεις στα μηνύματα των πελατών προκειμένου να επιλύσει τα προβλήματά τους (Memon et al., 2018).

1.5.2. Το Παράδειγμα των MME

Τα chatbots μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη ενός νέου τρόπου αναφοράς ειδήσεων. Συγκεκριμένα, οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα chatbot για να κάνουν ερωτήσεις σχετικά με συμβάντα ειδήσεων, άτομα ή μέρη, και η εφαρμογή απαντά με σχετικό περιεχόμενο (Seward, 2016). Οι Hepp & Loosen (2018) έχουν ήδη περιγράψει τη δημοσιογραφία chatbot ως μια σχετικά νέα τεχνολογία, αν και ήδη δείχνει σημάδια περαιτέρω ανάπτυξης, καθώς τα καθιερωμένα newsroom συνεργάζονται επίσης με messengers και chatbots για να προσεγγίσουν ευρύτερο κοινό.

Στην Ευρώπη, μια από τις πρωτοπόρες πηγές των μέσων ενημέρωσης ήταν η βρετανική εφημερίδα «The Guardian». Έχοντας ήδη επιδείξει ενδιαφέρον για αυτή τη μέθοδο δημοσιογραφίας από το 2010, ο όμιλος πραγματοποίησε δύο έργα αυτοματοποιημένων αθλητικών ειδήσεων που του επέτρεψαν να αποκτήσει στατιστικά για παιχνίδια και ιστορικές πληροφορίες ομάδων και παικτών, συνδυάζοντας επίσης αυτά τα δεδομένα με προκατασκευασμένες φράσεις και συνδέσμους για να δημιουργήσει ιστορίες (Bunz, 2010). Ένα χρόνο αργότερα, η εταιρεία κυκλοφόρησε μια εφαρμογή που της επέτρεπε να αυτοματοποιήσει την αναζήτηση για τρέχουσες ειδήσεις μέσω Twitter, ενώ το 2014 κυκλοφόρησε το λεγόμενο Guarbot, ένα πρόγραμμα που συμπλήρωνε τις οικονομικές πληροφορίες με πολύπλοκα δεδομένα, καταργώντας την ανάγκη χρησιμοποίησης δημοσιογράφων για αυτό το έργο (Gani & Haddou, 2014). Μια άλλη πρωτοβουλία του Guardian ήταν η εισαγωγή ενός chatbot που επικοινωνούσε με τους χρήστες μέσω του Facebook Messenger, στέλνοντάς τους ενημέρωση ειδήσεων κάθε πρωί με τις κορυφαίες ειδήσεις (Good & Wilk, 2016).

Είναι προφανές ότι οι εταιρείες πολυμέσων εξακολουθούν να πειραματίζονται και να ερευνούν μεθόδους για την ενσωμάτωση των chatbots στα κανάλια δημοσίευσής τους. Οι προσπάθειές τους μέχρι στιγμής έχουν επικεντρωθεί στη χρήση chatbots μέσω της ευρέως χρησιμοποιούμενης εφαρμογής ανταλλαγής μηνυμάτων ως μέσο για την παράδοση ενός δελτίου ειδήσεων ή ακόμη και έκτακτων ειδήσεων. Έτσι, προσπαθούν να αξιοποιήσουν τις ειδήσεις τους στις καθημερινές δραστηριότητες των χρηστών. Αν και αυτό το βήμα φαίνεται αρκετά λογικό, δεν μπορεί να θεωρηθεί ως μέθοδος πλήρους εκμετάλλευσης των μοναδικών χαρακτηριστικών ενός chatbot, δηλαδή της δυνατότητας να υπάρχει κάποιου είδους συνομιλία με τον χρήστη (Veglis & Maniou, 2019).

2. ChatGPT

Σε όλη την ιστορία, έχουν υπάρξει σημαντικά επιτεύγματα και εξελίξεις στον τομέα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, της τεχνητής νοημοσύνης και των νευρωνικών δικτύων (Gupta et al., 2023). Μια τέτοια εξέλιξη είναι αυτή των γλωσσικών μοντέλων όπως το GPT-2 & GPT-3, τα οποία έχουν εκτελέσει με επιτυχία διάφορες εργασίες NLP, όπως ερωτήσεις και απαντήσεις, παραγωγή κειμένου, γλωσσική κατανόηση κλπ., έχοντας όμως παράλληλα και ορισμένους περιορισμούς, όπως οι προκαταλήψεις ή η περιορισμένη ακρίβεια. Για την αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών, οι ερευνητές ανέπτυξαν διαδραστικά γλωσσικά μοντέλα όπως το ChatGPT, το οποίο αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση των GPT-2 & GPT-3 (Sami et al., 2023).

Το ChatGPT είναι ένα chatbot που αναπτύχθηκε από την OpenAI και ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2022, όντας χτισμένο πάνω στο γλωσσικό μοντέλο GPT-3 και έχοντας ρυθμιστεί λεπτομερώς με τη χρήση τεχνικών επιβλεπόμενης και ενισχυτικής μάθησης (Yang et al., 2024). Πρόκειται για ένα εξαιρετικά εξελιγμένο chatbot που είναι σε θέση να εκπληρώσει ένα ευρύ φάσμα αιτημάτων που βασίζονται σε κείμενο, συμπεριλαμβανομένης της απάντησης σε απλές ερωτήσεις και της ολοκλήρωσης πιο προηγμένων εργασιών, όπως η δημιουργία ευχαριστήριων επιστολών και η καθοδήγηση ατόμων σε δύσκολες συζητήσεις για θέματα παραγωγικότητας (Hamam & Fatouh, 2023). Το ChatGPT είναι σε θέση να το κάνει αυτό αξιοποιώντας τις εκτεταμένες αποθήκες δεδομένων και τον αποτελεσματικό σχεδιασμό του για να κατανοεί και να ερμηνεύει τα αιτήματα των χρηστών και στη συνέχεια να παράγει τις κατάλληλες απαντήσεις σε σχεδόν φυσική ανθρώπινη γλώσσα. Εκτός από τις πρακτικές εφαρμογές του, η ικανότητα του ChatGPT να παράγει γλώσσα που μοιάζει με ανθρώπινη και να ολοκληρώνει σύνθετες εργασίες το καθιστά σημαντική καινοτομία στον τομέα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και της τεχνητής νοημοσύνης (Ali et al., 2024).

Στην περίπτωση της επιβλεπόμενης μάθησης, το μοντέλο εφοδιάστηκε με συνομιλίες στις οποίες άνθρωποι εκπαιδευτές έπαιζαν και τις δύο πλευρές, επιτρέποντας στο μοντέλο να μάθει από παραδείγματα ανθρώπινων διαλόγων. Στη συνέχεια, το μοντέλο τελειοποιήθηκε περαιτέρω με τη χρήση ενισχυτικής μάθησης, συγκεκριμένα με αλγορίθμους βελτιστοποίησης εγγύς πολιτικής (αγγλ.: *PPO / proximal policy optimization*), οι οποίοι είναι γνωστοί για την οικονομική τους αποδοτικότητα και την ταχύτερη απόδοσή τους σε σύγκριση με τους αλγορίθμους βελτιστοποίησης πολιτικής περιοχής εμπιστοσύνης (αγγλ.: *TRPO / Trust Region Policy Optimization*). Το ChatGPT εκπαιδεύτηκε σε συνεργασία με τη Microsoft στην υπερυπολογιστική υποδομή Azure και απέκτησε πάνω από ένα εκατομμύριο χρήστες μέσα στις πρώτες πέντε ημέρες από την έναρξή του (Lund & Wang, 2023).

2.1. Υπόβαθρο

Η Silicon Valley υπήρξε το επίκεντρο της ανάπτυξης του ChatGPT και αρκετές από τις πιο γνωστές προσωπικότητες των επιχειρήσεων και της τεχνολογίας έχουν συμμετάσχει στην ανάπτυξη και τη χρηματοδότηση της τεχνολογίας chatbot. Η OpenAI, η επιχείρηση που δημιούργησε το ChatGPT, ξεκίνησε ως φιλανθρωπικό ίδρυμα το 2015 από τους Greg Brockman, Elon Musk, Ilya Sutskever, Wojciech Zaremba, Peter Thiel και άλλους προγραμματιστές τεχνολογίας, έχοντας ως στόχο την αποτροπή του κεντρικού ελέγχου της τεχνητής νοημοσύνης μέσω της απλόχερης παροχής του έργου της στον γενικό πληθυσμό. Σύμφωνα με το υλικό που δημοσιεύτηκε στον ιστότοπο της OpenAI στις 11 Δεκεμβρίου 2015, η επιχείρηση επιδίωξε να δημιουργήσει AI με τη μέθοδο που είναι πιο πιθανό να ωφελήσει την ανθρωπότητα (Khan et al., 2023).

Ο Elon Musk παραιτήθηκε από την ομάδα αυτή το 2018 λόγω σύγκρουσης συμφερόντων με την Tesla, την αυτοκινητοβιομηχανία που είχε ιδρύσει. Το 2019, η OpenAI άλλαξε το καθεστώς της από μη επιχειρηματική οντότητα σε οντότητα με ανώτατο όριο κέρδους (αγγλ.: *capred-gain*), γεγονός που επέτρεπε στους επενδυτές να αποκομίσουν 100 φορές τα πιθανά κέρδη ενώ θα εξακολουθούσαν να υποστηρίζουν μη κερδοσκοπικές προσπάθειες με τα υπόλοιπα κεφάλαια (Gupta et al., 2023). Το 2019, η Microsoft επένδυσε 1 δισεκατομμύριο δολάρια στην OpenAI, ενώ τα επόμενα χρόνια η εταιρεία έκανε περαιτέρω επενδύσεις που επιτρέψαν στη Microsoft να ανταγωνιστεί την επιχείρηση τεχνητής νοημοσύνης της Google, την DeepMind (Lehnert, 2023).

Στις 30 Νοεμβρίου 2022, η προβλεπόμενη αποτίμηση της OpenAI αυξήθηκε στα 29 δισεκατομμύρια δολάρια και η εταιρεία κυκλοφόρησε ένα demo με δυνατότητα λήψης του ChatGPT, ενός chatbot με τεχνητή νοημοσύνη που είναι σε θέση να αλληλεπιδρά με την ανθρώπινη επικοινωνία και να

παρέχει απαντήσεις σε ερωτήματα μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Το ChatGPT προσέλκυσε γρήγορα πολύ ενδιαφέρον και προσοχή λόγω της ικανότητάς του να δημιουργεί διεξοδικές και σαφείς απαντήσεις σε ερωτήματα σε ένα ευρύ φάσμα θεματικών περιοχών. Ήταν η πρώτη φορά που μια τόσο ισχυρή και προσβάσιμη διαδικτυακή διεπαφή chatbot ήταν ελεύθερα προσβάσιμη στο ευρύ κοινό. Αν και παρουσιάστηκε ως δωρεάν διακομιστής, οι σχολιαστές σημείωσαν γρήγορα ότι είναι αμφίβολο ότι η δωρεάν υπηρεσία θα συνεχίσει να είναι διαθέσιμη στο μέλλον (Deng & Lin, 2022).

Τον Μάρτιο του 2023, έλαβε χώρα μια άλλη σημαντική εξέλιξη στην ιστορία του ChatGPT: το GPT-4 δημοσιοποιήθηκε μέσω API και σε συνδρομητές ChatGPT+. Πρόκειται για την τέταρτη έκδοση της σειράς GPT και είναι μια μεγάλη δομή LLM που αναπτύχθηκε από την OpenAI (Gupta et al., 2023) (Chowdhury & Haque, 2023). Η Microsoft αναγνώρισε ότι προηγούμενες εκδόσεις της μηχανής αναζήτησής της Bing που χρησιμοποιούσαν το GPT, το έκαναν στην πραγματικότητα πριν από την επίσημη κυκλοφορία του GPT-4. Το GPT-4 διδάχθηκε να προβλέπει την επερχόμενη μονάδα ως μετασηματιστής που υλοποιεί τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές πληροφορίες, και στη συνέχεια ενδυναμώθηκε περαιτέρω με τη μέθοδο της ενισχυτικής μάθησης (αγγλ.: *RL / Reinforcement Learning*) μέσω εισόδου χρήστη και AI για διαχείριση ποιότητας και ανθρωπινό συγχρονισμό. Ορισμένες πιθανές βελτιώσεις που μπορεί να προσφέρει το GPT-4 είναι οι ακόλουθες:

- **Βελτιωμένη μοντελοποίηση γλώσσας:** Το GPT-4 αναμένεται να περιέχει περισσότερες παραμέτρους και να έχει εκπαιδευτεί σε ένα ευρύτερο φάσμα συνόλων δεδομένων, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε πιο ακριβείς και αξιόπιστες δεξιότητες μοντελοποίησης γλώσσας.
- **Πολυτροπική εκμάθηση:** Το GPT-4 μπορεί να ενισχυθεί για να μαθαίνει από μια ποικιλία τρόπων, συμπεριλαμβανομένων κειμένου, γραφικών, ήχου και βίντεο, επιτρέποντάς του να κατανοεί και να παρέχει απαντήσεις σε διάφορους τύπους μέσων (Lund & Wang, 2023).
- **Καλύτερη κατανόηση των συμφραζόμενων:** Οι δυνατότητες κατανόησης και συλλογισμού του GPT-4 με βάση τα συμφραζόμενα μπορεί να είναι πιο περίπλοκες, επιτρέποντάς του να παράγει πιο λογικές και κατάλληλες απαντήσεις ανάλογα με το πλαίσιο της συνομιλίας.
- **Αυξημένη απόδοση:** Το GPT-4 μπορεί να είναι πιο γρήγορο και πιο ενεργειακά αποδοτικό από τους προκατόχους του, κάτι που επεκτείνει τις δυνατότητες εφαρμογής του σε μια ευρύτερη ποικιλία εφαρμογών και συσκευών.
- **Ενισχυμένη δημιουργικότητα:** Πέρα από τα γεγονότα και τις πληροφορίες, το GPT-4 μπορεί να έχει αυξήσει τη δημιουργικότητα και να παράγει πιο εφευρετικές και ποικίλες απαντήσεις (Gupta et al., 2023).

2.2. Μηχανισμός Υποστήριξης

Το GPT-3 είναι ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης τελευταίας τεχνολογίας που επιτρέπει στα chatbots να ερμηνεύουν και να αναπτύσσουν κανονική γλώσσα παρόμοια με αυτή των ανθρώπων με εντυπωσιακή ακρίβεια και ευχέρεια. Με 175 δισεκατομμύρια παραμέτρους και τη δυνατότητα γρήγορης δράσης εκατομμυρίων κειμένων, είναι το ευρύτερο γλωσσικό πρότυπο που δημιουργήθηκε μέχρι σήμερα (Ufuk, 2023).

Η βασική τεχνολογία πίσω από το Chat GPT-3 είναι ένα βαθύ νευρωνικό δίκτυο (αγγλ.: *DNN / Deep Neural Network*) που έχει ήδη δοκιμαστεί από το OpenAI χρησιμοποιώντας μια μεγάλη βάση δεδομένων προτάσεων, και η λειτουργικότητά του έχει βελτιωθεί για σκοπούς όπως η δημιουργία προτάσεων ή η απάντηση σε ερωτήματα (Gupta et al., 2023). Το πλέγμα είναι κατασκευασμένο από πολλές μονάδες μετατροπέα που αναλύουν την εισαγόμενη πρόταση και εμφανίζουν αποτελέσματα, ενώ η σύνδεση έχει χαρακτηριστικά ενδο-προσοχής που του επιτρέπουν να αξιολογήσει τη σημασία διαφόρων λέξεων και όρων. Οι γεννήτριες επιτρέπουν επίσης στο GPT-3 να παράγει προτάσεις με νόημα ακόμη και από ελάχιστες πληροφορίες (Gao et al., 2022).

Το ChatGPT-3 αποτελεί επίσης μια αξιοσημείωτη εξέλιξη στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, καθώς χρησιμοποιεί μια δομή κατασκευασμένη από μετασηματιστή για να αναλύει τεράστιους όγκους πληροφοριών ταυτόχρονα και να δημιουργεί μια γλώσσα που είναι πιο κοντά σε αυτό που θα ερμήνευε ένας άνθρωπος (Jeblick et al., 2022). Υπάρχουν πολλές εφαρμογές για αυτήν την καινοτομία, συμπεριλαμβανομένων υπηρεσιών κατηγοριοποίησης κειμένου, bots και εφαρμογών αυτόματης μετάφρασης. Ωστόσο, το GPT-3 δεν μπορεί να συνδεθεί στον ιστό και μπορεί να λειτουργήσει μόνο χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο που έχει μάθει κατά την ανάπτυξή του, γεγονός που περιορίζει την ικανότητά του να αποκτά εξωτερική γνώση (Rudolph et al., 2023).

2.3. Οφέλη

2.3.1. Μίμηση του Ανθρώπινου Διαλόγου

Ο πρωταρχικός ρόλος του ChatGPT είναι να μιμείται τον ανθρώπινο διάλογο που βασίζεται σε υποβολές ή εντολές που παρέχονται από τον χειριστή. Είναι συνήθως παρόμοιο με καινοτομίες βοηθού τεχνητής νοημοσύνης και εφαρμογές συστήματος όπως η Alexa και η Siri. Δημιουργήθηκε με πιο ανεπτυγμένες μεθόδους ενισχυτικής μάθησης και εποπτευόμενης μάθησης (αγγλ.: *SL / supervised learning*), όπου αξιολογήθηκε η λειτουργικότητά του και κατέστη ικανό να μιμείται τη συζήτηση στον πραγματικό κόσμο (Gurta et al., 2023).

2.3.2. Δημιουργία με Βάση το Μοντέλο GPT-3

Το GPT-3 αποτελεί έναν αποκωδικοποιητή και παράλληλα μια δομή πρόβλεψης γλώσσας που σχεδιάστηκε από την OpenAI. Θεωρείται μεταξύ των πιο ισχυρών μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης που έχουν κατασκευαστεί ποτέ και δεν αποτελεί σε μεγάλο βαθμό ένα σύνολο του μοντέλου της γλώσσας συμβολοσειρών (Donato et al., 2023). Είναι δύσκολο να αποφασιστεί εάν ένα μήνυμα δημιουργείται από ένα άτομο λόγω του επιπέδου των μηνυμάτων που δημιουργεί, αλλά λόγω της εκπαίδευσής του σε μια αρκετά μεγάλη συλλογή κειμένου, το GPT-3 είναι ένα πολύ έξυπνο και προσαρμόσιμο μοντέλο γλώσσας. Ως αποτέλεσμα, το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια ποικιλία εργασιών, καθώς έχει ένα ευρύ φάσμα δεδομένων (Haque et al., 2022).

2.3.3. Υλοποιήσεις Ευρείας Ποικιλίας

Το ChatGPT μπορεί να εκτελέσει πολλές λειτουργίες, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται η δημιουργία κειμένου που συγκρίνεται με αυτό των ειδικευμένων συγγραφέων τεχνητής νοημοσύνης. Οι αναλύσεις έχουν αποκαλύψει ότι είναι ικανό ακόμη και να βάζει νότες σε τραγούδια και να σχηματίζει φανταστικά έργα, για παράδειγμα μυθιστορήματα (Zhang et al., 2022). Με το chatbot, ο τεράστιος όγκος περιεχομένου μπορεί να εξεταστεί και να αποδειχθεί: έτσι, η συγγραφή και η επίλυση προβλημάτων αποτελούν μια ελκυστική περαιτέρω υλοποίηση του ChatGPT (Pardos & Bhandari, 2023).

2.3.4. Επιδεκτικότητα Βελτιώσεων

Η βάση του ChatGPT είναι ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης, το οποίο μπορεί να βελτιώνεται συνεχώς με την εκπαίδευση σε νέα δεδομένα, κι έτσι η γνώση για βελτιώσεις στις απαντήσεις και η διαθέσιμη εφαρμογή του επιφέρει περαιτέρω οφέλη. Ενώ ανάλογα με τα παρουσιαζόμενα LLM, υπάρχει πάντα μια ευκαιρία για ανάπτυξη μέσω ενός αποτελεσματικού προγράμματος που χρησιμοποιεί ενισχυτική και επιβλεπόμενη μάθηση. Ένας χειριστής μπορεί να προσφέρει πρόσθετες πληροφορίες, σε αντίθεση με μια απλή αντίδραση της μορφής «μου αρέσει» ή «δε μου αρέσει» σε μια απάντηση (Hosseini & Horbach, 2023).

2.3.5. Κατανόηση Φυσικής Γλώσσας

Το ChatGPT βασίζεται στην αρχιτεκτονική GPT, γεγονός που του δίνει τη δυνατότητα να κατανοήσει τις συντακτικές και γραμματικές δομές της πραγματικής γλώσσας. Έχει αναπτύξει την ικανότητα να ανιχνεύει τυπικές γραμματικές κατασκευές και ιδιωτισμούς αφού έχει εκπαιδευτεί σε ένα τεράστιο σύνολο δεδομένων κειμένου, το οποίο περιλαμβάνει βιβλία, έγγραφα και ιστότοπους (Kocsofi et al., 2023). Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και όταν τα δεδομένα που λαμβάνει δεν έχουν κατασκευαστεί σωστά ή περιλαμβάνουν σφάλματα, μπορεί να παρέχει απαντήσεις που είναι γραμματικά ακριβείς και σημασιολογικά σχετικές (Wang et al., 2023).

2.3.6. Ευρύ Φάσμα Εφαρμογών

Η υποστήριξη πελατών, η προσωπική βοήθεια και η δημιουργία περιεχομένου είναι μερικές μόνο από τις χρήσεις του ChatGPT, καθώς μπορεί επίσης να βοηθήσει τους οργανισμούς να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες εξυπηρέτησης πελατών, μειώνοντας τη ζήτηση για ανθρώπινη διάδραση και αυξάνοντας τους χρόνους απόκρισης. Το ChatGPT μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες σε δουλειές προσωπικής

βοήθειας, όπως να κλείσουν ραντεβού ή να αναζητήσουν πληροφορίες στο διαδίκτυο. Τέλος, το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία περιεχομένου, όπως κείμενο για αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ή πρωτοβουλίες μάρκετινγκ (Dai et al., 2023).

Επιπλέον, το ChatGPT είναι ένα ζωτικό εργαλείο για πολλές εφαρμογές λόγω των δυνατοτήτων του. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την αλληλεπίδραση με τους χρήστες και τη βελτίωση της εμπειρίας τους λόγω της κατανόησης της φυσικής γλώσσας, της επίγνωσης των συμφραζομένων και της ικανότητας μάθησης. Επιπλέον, μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για εταιρείες και οργανισμούς που επιθυμούν να προσφέρουν κορυφαία υποστήριξη ή εξυπηρέτηση πελατών λόγω της επεκτασιμότητας και της διαθεσιμότητάς του όλο το εικοσιτετράωρο (Gurta et al., 2023).

2.3.7. Πλεονεκτήματα σε Βασικούς Τομείς

- **Εκπαίδευση:** Στον τομέα της εκπαίδευσης, το ChatGPT παρουσιάζει σημαντικά οφέλη, καθώς μπορεί να χρησιμεύσει ως συμπληρωματικό εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς, παρέχοντάς τους πόρους και περιεχόμενο για να βελτιώσουν τις μεθόδους διδασκαλίας τους, ενώ αναφορικά με τους μαθητές, το ChatGPT μπορεί να προσφέρει εξατομικευμένη διδασκαλία, να βοηθήσει στην αποσαφήνιση πολύπλοκων εννοιών και να δημιουργήσει υποθετικά σενάρια για διάφορα θέματα, βοηθώντας στην πρακτική μάθηση. Ένα ευρύ φάσμα ερευνητικών μελετών παρέχει πληροφορίες για τους διάφορους τρόπους με τους οποίους το ChatGPT μπορεί να ενσωματωθεί στα εκπαιδευτικά συστήματα και τα πιθανά οφέλη και τους κινδύνους που συνδέονται με τη χρήση του, όπως η εξαπάτηση και η λογοκλοπή (Rudolph et al., 2023). Υπάρχουν επίσης μελέτες που δείχνουν ότι το ChatGPT αποδίδει όλο και πιο καλά σε διαφορετικές εισαγωγικές και τυποποιημένες εξετάσεις και τεστ σε διαφορετικά ακαδημαϊκά θέματα (Wood et al., 2023). Ενώ υπάρχει ακόμη χώρος για ανάπτυξη και βελτίωση, οι δυνατότητες του ChatGPT στη βελτίωση των εκπαιδευτικών εμπειριών είναι τεράστιες.
- **Υγεία:** Πολλές έρευνες εξέτασαν επίσης τα πλεονεκτήματα του ChatGPT στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Το ChatGPT μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην υγειονομική περίθαλψη, κυρίως με την ενίσχυση της προσβασιμότητας σε πληροφορίες υγείας και τον εξορθολογισμό των διαδικασιών που σχετίζονται με την υγεία. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμεύσει ως πρώτο σημείο επαφής σε ψηφιακές πλατφόρμες υγείας, παρέχοντας γενικές πληροφορίες υγείας, καθοδηγώντας τους χρήστες μέσω ελεγκτών συμπτωμάτων και παραπέμποντάς τους σε κατάλληλους πόρους υγειονομικής περίθαλψης (Hopkins et al., 2023). Μπορεί επίσης να βοηθήσει τους επαγγελματίες υγείας συνοψίζοντας τα πιο πρόσφατα ευρήματα ιατρικής έρευνας από μεγάλες βάσεις δεδομένων, βοηθώντας τους να παραμείνουν στην κορυφή των τρεχουσών εξελίξεων: ωστόσο, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπ' όψη τα όρια, οι προκαταλήψεις και οι κίνδυνοι αυτής της πλατφόρμας. Ως εκ τούτου, δεν θα πρέπει να αντικαθιστά την επαγγελματική ιατρική συμβουλή ή διαβούλευση, καθώς μπορεί να μην έχει την εξειδικευμένη γνώση για την παροχή άμεσων ιατρικών συμβουλών (Sajjad & Saleem, 2023).

2.4. Μειονεκτήματα

2.4.1. Έλλειψη Σαφήνειας / Πραγματολογικά Λάθη

Το επιχείρημα ότι το ChatGPT μπορεί περιοδικά να αναπτύσσει προτάσεις που φαίνονται ακριβείς ή αποτελεσματικές, αλλά είναι λανθασμένες ή παράλογες, είναι ένα από τα κύρια σφάλματα της εφαρμογής (Wang et al., 2023). Μερικές φορές, το ChatGPT δεν μπορεί να κατανοήσει πλήρως μια ερώτηση λόγω έλλειψης πλαισίου, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε συγκεχυμένες ή ανακριβείς απαντήσεις. Για παράδειγμα, εάν ένας χρήστης θέτει μια ερώτηση που εξαρτάται από λεπτομέρειες από μια προηγούμενη συνομιλία, το ChatGPT ενδέχεται να μην γνωρίζει αυτό το πλαίσιο και μπορεί να δώσει μια απάντηση που είναι ανακριβής ή διφορούμενη. Επιπλέον, δεν παρέχει πηγές ή υποσημειώσεις σχετικά με το πού μπορεί να ανακαλυφθεί το εκάστοτε περιεχόμενο, επομένως δεν ιδανική η εφαρμογή αυτού του bot από μόνο του για ψηφιακή παρακολούθηση και μελέτη (Kuzman et al., 2023).

2.4.2. Ελλιπής Κατανόηση Πρόσφατων Εξελίξεων

Η έκδοση που κυκλοφόρησε τον Νοέμβριο του 2022 μπορεί απλώς να προσφέρει λεπτομέρειες για πράγματα που αναπτύχθηκαν το 2021 και πριν, αν και, καθώς εξακολουθεί να παρέχει βάσεις πληροφοριών για λέξεις που δημιουργούνται από άτομα, θα εμφανίζει τελικά πιο πρόσφατα περιστατικά (Jiao et al., 2023). Παρά αυτή την αδυναμία, οι χρήστες θα πρέπει να κατανοήσουν ότι απλώς δεν κατανοεί τις αλήθειες επειδή εξαρτάται από παλιές βάσεις δεδομένων. Επιπλέον, η ανεπαρκής κατανόηση των τρεχόντων γεγονότων είναι ένα πιθανό μειονέκτημα του ChatGPT, κάτι που συμβαίνει επειδή οι γνώσεις του ChatGPT ενδέχεται να μην αντικατοπτρίζουν τα πιο πρόσφατα γεγονότα ή προόδους, καθώς εκπαιδεύτηκε σε ένα σταθερό σύνολο δεδομένων κειμένου. Ωστόσο, οι πρόσφατες εξελίξεις που σχετίζονται με την περιήγηση στο web στο GPT-4 ενδέχεται να επιλύσουν αυτό το πρόβλημα (Cao et al., 2023).

2.4.3. Ηθικά Ζητήματα

Η χρήση του ChatGPT έθεσε επίσης πολλά ηθικά ζητήματα, καθώς πολλά πανεπιστήμια και σχολεία έχουν εξετάσει το ενδεχόμενο περιορισμού της πρόσβασης στο ChatGPT ή απαγόρευσαν εντελώς τη χρήση του. Επειδή τα αποτελέσματά του βασίζονται σε προτάσεις που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο, οι ακαδημαϊκοί και οι δημιουργοί ανησυχούν για παραβιάσεις πνευματικών δικαιωμάτων (Cooper, 2023). Η ακούσια διάδοση ψευδών πληροφοριών ή ψευδών ειδήσεων με το ChatGPT μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις, κάτι που μπορεί να συμβεί εάν το ChatGPT δεν έχει εκπαιδευτεί σε αξιόπιστες πηγές πληροφοριών ή εάν δεν δοθεί προτεραιότητα στην ακρίβεια πάνω από την αλληλεπίδραση. Εξετάζεται επίσης το ερώτημα για την καταλληλότητα της αντικατάστασής του με λειτουργίες που απαιτούν ανθρώπινη συναστροφή, συμπεριλαμβανομένης της συνεχούς βοήθειας ή της ψυχικής συμβουλευτικής (Antaki et al., 2023).

2.4.4. Νομικά Ζητήματα

Το ChatGPT αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη βάση δεδομένων The Common Crawl, η οποία περιλαμβάνει περιεχόμενο που προστατεύεται από πνευματικά δικαιώματα από εκδότες, καθώς και έργα μεμονωμένων συγγραφέων και μελετητών, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει πιθανότητα οι συμβουλές που προσφέρονται από το ChatGPT να χρησιμοποιηθούν για την παροχή νομικών ή οικονομικών συμβουλών να μην είναι σωστές ή τρέχουσες, με αποτέλεσμα τα άτομα ή οι επιχειρήσεις που βασίστηκαν στις συμβουλές να είναι πιθανόν να θεωρηθούν υπεύθυνοι γι' αυτό. Οι επαγγελματίες έχουν επίσης προειδοποιήσει για τη δυνατότητα χρήσης υπηρεσιών τεχνητής νοημοσύνης για κυβερνοεγκλήματα (Gurta και συν., 2023).

2.4.5. Περιορισμένη Τεχνογνωσία Τομέα

Ως μοντέλο γλώσσας γενικής χρήσης, το ChatGPT έχει ορισμένους περιορισμούς όταν πρόκειται για εξειδικευμένους τομείς. Παρ' όλο που είναι σε θέση να παράγει απαντήσεις που είναι γραμματικά σωστές και σημασιολογικά συνεπείς, ενδέχεται να μην διαθέτει την εξειδικευμένη τεχνογνωσία που απαιτείται για την παροχή ακριβών απαντήσεων σε ερωτήματα σε συγκεκριμένα πεδία. Για παράδειγμα, όταν έρθει αντιμέτωπο με έναν χρήστη που ζητά ιατρική συμβουλή, το ChatGPT μπορεί να μην παρέχει την κατάλληλη απάντηση, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι δεν διαθέτει τις ειδικές ιατρικές γνώσεις που θα διαθέτει ένας εξειδικευμένος επαγγελματίας υγείας. Παρά τα εκτεταμένα δεδομένα κατάρτισης, δεν μπορεί να αντικαταστήσει τις συμβουλές ειδικών σε τομείς που απαιτούν εξειδικευμένη εκπαίδευση και κατάρτιση (McGee, 2023).

2.4.6. Μεροληψία

Μεγάλοι όγκοι δεδομένων κειμένου, μερικά από τα οποία μπορεί να είναι μεροληπτικά ή προβληματικά, χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση του ChatGPT, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να δημιουργήσει απαντήσεις που περιέχουν προκαταλήψεις, ιδιαίτερα εάν τα δεδομένα εκπαίδευσης έχουν τέτοιες προκαταλήψεις (Baumgartner, 2023). Εάν το ChatGPT εκπαιδεύτηκε χρησιμοποιώντας μεροληπτικά δεδομένα, θα εντοπίσει τέτοιες προκαταλήψεις και μπορεί να τις επαναλάβει στις απαντήσεις του. Για

παράδειγμα, το ChatGPT μπορεί να αποφέρει αποτελέσματα που αντικατοπτρίζουν προκαταλήψεις ή διακρίσεις εάν τα δεδομένα εκπαίδευσης περιέχουν τέτοιες προκαταλήψεις. Αυτό είναι ένα πολύ γνωστό πρόβλημα με πολλά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης και γίνεται δουλειά για την επίλυσή του χρησιμοποιώντας πιο αντιπροσωπευτικά και ποικίλα δεδομένα εκπαίδευσης (Al Afnan et al., 2023).

Τα μειονεκτήματα του ChatGPT αποδίδονται στις δυσκολίες του στην κατανόηση εξειδικευμένων θεμάτων, στην τάση για παραγωγή μεροληπτικών απαντήσεων, στην έλλειψη συναισθηματικής νοημοσύνης και στην περιορισμένη κατανόηση του πλαισίου. Ωστόσο, παρ' όλο που αυτά τα μειονεκτήματα μπορεί να είναι σημαντικά, γίνεται συνεχής δουλειά στον τομέα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας για την εξεύρεση λύσεων (Zhu et al., 2023).

2.5. Εφαρμογές NLP

2.5.1. Τρέχουσες

Το ChatGPT έχει τις ρίζες του στον τομέα του NLP, έναν τομέα της τεχνητής νοημοσύνης που επικεντρώνεται στο να επιτρέπει στις μηχανές να κατανοούν και να παράγουν ανθρώπινη γλώσσα. Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, ένας τομέας της τεχνητής νοημοσύνης, διερευνά τον χειρισμό κειμένου ή ομιλίας φυσικής γλώσσας από υπολογιστές. Η γνώση της κατανόησης και της χρήσης της ανθρώπινης γλώσσας συγκεντρώνεται για την ανάπτυξη τεχνικών που θα κάνουν τους υπολογιστές να κατανοούν και να χειρίζονται φυσικές εκφράσεις για την εκτέλεση επιθυμητών εργασιών (Baber et al., 2023). Οι περισσότερες τεχνικές NLP βασίζονται στη μηχανική μάθηση.

Τα chatbots χρησιμοποιούν την έννοια της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και της ανάλυσης συναισθήματος (αγγλ.: SA / *sentiment analysis*) για να συνομιλούν με τον χρήστη (ή τους χρήστες) με τη μορφή κειμένου ή φωνής (Golden, 2023).

Το ChatGPT είναι ένα μοντέλο γλώσσας μεγάλης κλίμακας που βασίζεται σε μετασχηματιστές που αναπτύχθηκε από την OpenAI, το οποίο έχει επιτύχει κορυφαίες επιδόσεις σε πολλές εργασίες NLP. Το ChatGPT είναι χτισμένο πάνω από την αρχιτεκτονική του προ-εκπαιδευμένου γεννητικού μετασχηματιστή (αγγλ.: GPT / *Generative Pre-training Transformer*), η οποία χρησιμοποιεί μάθηση χωρίς επίβλεψη για την προεκπαίδευση ενός μοντέλου σε ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων κειμένου, ακολουθούμενη από τελειοποίηση σε συγκεκριμένες εργασίες NLP. Προηγούμενες εκδόσεις του GPT, όπως οι GPT-1, GPT-2 και GPT-3, έχουν επίσης δείξει αξιοσημείωτη απόδοση σε εργασίες μοντελοποίησης γλώσσας. Άλλα μοντέλα γλώσσας, όπως το BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers* / ελλ.: *αμφίδρομες αναπαραστάσεις κωδικοποιητή από μετασχηματιστές*), το RoBERTa (*Robustly Optimised BERT Approach* / ελλ.: *στιβαρά βελτιστοποιημένη προσέγγιση προεκπαίδευσης BERT*) και το XLNet, το οποίο αξιοποιεί νευρωνικά δίκτυα γραφημάτων (αγγλ.: *GNNs / Graph Neural Networks*), έχουν επίσης επιτύχει εντυπωσιακά αποτελέσματα σε εργασίες NLP (Hai, 2023).

Το GPT του OpenAI είναι ένα εργαλείο γλωσσικής μοντελοποίησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία chatbots και άλλων συστημάτων επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Το GPT είναι ένα μοντέλο βασισμένο σε μετασχηματιστή που έχει επιτύχει κορυφαία αποτελέσματα σε διάφορες εργασίες NLP, συμπεριλαμβανομένης της γλωσσικής μετάφρασης, της περίληψης και της απάντησης ερωτήσεων. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης του GPT για την ανάπτυξη chatbot είναι η ικανότητά του να παράγει κείμενο που μοιάζει με ανθρώπινο κείμενο, το οποίο είναι συνεκτικό και κατάλληλο για ένα δεδομένο πλαίσιο. Αυτό επιτρέπει στα chatbots που έχουν κατασκευαστεί με GPT να έχουν φυσικές και ελκυστικές συνομιλίες με τους χρήστες. Το GPT μπορεί να ρυθμιστεί λεπτομερώς σε μια συγκεκριμένη εργασία ή σύνολο δεδομένων για να βελτιώσει την απόδοσή του, καθιστώντας το ένα ευέλικτο εργαλείο για τη δημιουργία chatbots που μπορούν να χειριστούν ένα ευρύ φάσμα αλληλεπιδράσεων.

Παρά την αξιοσημείωτη απόδοσή του σε πολλές εργασίες NLP, το ChatGPT έχει επίσης κάποιες κριτικές και περιορισμούς. Ένας περιορισμός είναι οι υψηλές απαιτήσεις υπολογισμού και μνήμης, οι οποίες περιορίζουν την πρακτική χρήση του σε ορισμένες εφαρμογές, ενώ παράλληλα έχει την τάση να δημιουργεί μεροληπτική γλώσσα, η οποία εγείρει ηθικές ανησυχίες (Deng & Lin, 2022). Επιπλέον, η απόδοση του ChatGPT μπορεί να επηρεαστεί από την ποιότητα και το μέγεθος των δεδομένων προεκπαίδευσης, την επιλογή των υπερπαραμέτρων και την επιλογή των εργασιών λεπτομέρειας. Ορισμένοι ερευνητές αμφισβήτησαν επίσης τη δυνατότητα γενίκευσης του ChatGPT σε νέους τομείς και

γλώσσες και πρότειναν εναλλακτικές μεθόδους για μοντελοποίηση γλώσσας και NLP (Balasubramanian, 2023).

Τα βασικά ευρήματα και γνώσεις συνοψίζονται ως εξής:

- Παρ' όλο που το ChatGPT δείχνει κάποια ικανότητα ως γενικό μοντέλο που μπορεί να εκτελέσει πολλαπλές εργασίες, συχνά αποδίδει χειρότερα από τα μοντέλα που έχουν συντονιστεί με ακρίβεια σε μια δεδομένη εργασία (Zhang et al., 2021).
- Η ανώτερη συλλογιστική ικανότητα του ChatGPT τεκμηριώνεται εμπειρικά σε εργασίες αριθμητικής συλλογιστικής. Ωστόσο, το ChatGPT συχνά δεν αποδίδει στα επίπεδα του GPT-3.5 σε εργασίες κοινής λογικής, συμβολικής και λογικής συλλογιστικής.
- Το ChatGPT υπερτερεί του GPT-3.5 για εργασίες εξαγωγής συμπερασμάτων φυσικής γλώσσας και εργασίες απάντησης ερωτήσεων (κατανόηση ανάγνωσης) που ευνοούν τις ικανότητες συλλογισμού, όπως στον προσδιορισμό λογικών σχέσεων εντός ζευγαριών κειμένου. Συγκεκριμένα, το ChatGPT είναι καλύτερο στο χειρισμό συνεπούς κειμένου (δηλαδή, καλύτερο στην ταξινόμηση συνεπαγόμενων παρά μη συνεπαγόμενων πορισμάτων) (Qin et al., 2023).
- Το ChatGPT είναι ανώτερο από το GPT-3.5 για εργασίες διαλόγου.
- Το ChatGPT δημιουργεί μεγαλύτερες περιλήψεις και έχει χειρότερη απόδοση από το GPT-3.5 για εργασίες σύνοψης. Ωστόσο, ο ρητός περιορισμός του μήκους σύνοψης σε εντολές που δεν περιλαμβάνουν παραδείγματα (αγγλ.: *zero-shot instructions*) βλάπτει την ποιότητα της σύνοψης, οδηγώντας σε ακόμη χειρότερη απόδοση (Zhao, 2023).
- Παρά την προοπτική τους ως γενικά μοντέλα, τόσο το ChatGPT όσο και το GPT-3.5 αντιμετωπίζουν προκλήσεις σε ορισμένες εργασίες, όπως η προσθήκη ετικετών ακολουθίας.
- Η ικανότητα ανάλυσης συναισθήματος του ChatGPT είναι καλύτερη από αυτή του GPT-3.5 (Qin et al., 2023).

2.5.2. Μελλοντικές

- ✓ **Υποστήριξη πελατών:** Το ChatGPT είναι επίσης πιθανό να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις αλληλεπιδρούν με τους καταναλωτές. Τα chatbot που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να ανταποκρίνονται γρήγορα σε ερωτήματα των καταναλωτών και να παρέχουν υπηρεσίες πελατών ανά πάσα στιγμή, πράγμα που αποτελεί απόδειξη της εφευρετικότητάς του και της αυξανόμενης σημασίας του στον κλάδο της τεχνητής νοημοσύνης (Gurta et al., 2023). Υπάρχει σημαντικό περιθώριο σύνδεσης του ChatGPT με την τρέχουσα διαδραστική τεχνητή νοημοσύνη για την ενίσχυση των συζητήσεων υποστήριξης χρηστών καθώς αναπτύσσεται η τεχνολογία, και πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν καινοτομίες τεχνητής νοημοσύνης για να βελτιώσουν την εμπειρία των πελατών. Στο μέλλον, ανταποκρινόμενες στις επιθυμίες και τις ερωτήσεις των πελατών με πιο γρήγορο και πιο εξατομικευμένο τρόπο, μπορεί να είναι σε θέση να βελτιώσουν δραματικά το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών (Sanmarchi et al., 2023).
- ✓ **Πρώθηση και πωλήσεις:** Το ChatGPT έχει πολλές εφαρμογές στο μάρκετινγκ και τις πωλήσεις. Πιο συγκεκριμένα, οηθώντας τους πελάτες στη διαδικασία αγοράς, τα chatbots μπορούν να βοηθήσουν στην επεξεργασία πληροφοριών, την αξιολόγηση προοπτικών και την προτεινόμενη διευθέτηση. Ένας συναρπαστικός τίτλος είναι απαραίτητος για να λειτουργεί αποτελεσματικά το γραπτό υλικό στις μηχανές αναζήτησης, καθιστώντας αυτό ένα σημαντικό πλεονέκτημα δημιουργικών τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης όπως το ChatGPT. Οι επαγγελματίες του μάρκετινγκ μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν τη δύναμη και την ικανότητα αυτού του εργαλείου AI για να δημιουργήσουν ενδιαφέροντες τίτλους και περιεχόμενο για άρθρα, σεμινάρια και συνέδρια (Korzynski et al., 2023). Οι εργοδότες μπορούν να χρησιμοποιήσουν chatbots για να απλοποιήσουν πολλά βήματα στη διαδικασία πρόσληψης και πρόσληψης, ενισχύοντας την παραγωγικότητα και μειώνοντας το κόστος και τον χρόνο. Τα chatbot που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν επίσης να βοηθήσουν τους εργοδότες να απλοποιήσουν τη διαδικασία πρόσληψης από υποψήφιους που έχουν ελεγχθεί εκ των προτέρων. Επίσης, στο μέλλον, είναι πιθανό τα chatbots να μπορούν να συγκεντρώνουν βασικές πληροφορίες για πιθανούς πελάτες και να προσφέρουν παραμετροποιημένες συστάσεις δοκιμών στις ομάδες μάρκετινγκ και πωλήσεων, επιτρέποντάς τους να προσαρμόσουν τη στρατηγική τους (Gurta et al., 2023).

- ✓ **Εκπαίδευση:** Τα chatbot που βασίζονται σε AI, όπως το ChatGPT, έχουν πολλές εφαρμογές στην εκπαίδευση και έχουν αναδειχθεί ως χρήσιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτές για να εκπαιδεύουν τους μαθητές και να τους παρέχουν ελκυστικές και κατατοπιστικές απαντήσεις στις ερωτήσεις τους. Μεταξύ των εκπαιδευτικών εφαρμογών του ChatGPT είναι η δημιουργία κουίζ και τεστ που μπορούν να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της γνώσης και της προόδου των μαθητών (Azamfirei et al., 2023). Το ChatGPT είναι γνωστό για τις προηγμένες του δυνατότητες και τους εκτεταμένους πόρους δεδομένων, που το καθιστούν ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο: ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του ChatGPT έχει συγκεντρωθεί από διάφορες διαδικτυακές πηγές, ορισμένες από τις οποίες ενδέχεται να περιέχουν σφάλματα ή ανακρίβειες. Για παράδειγμα, αρκετοί συγγραφείς έχουν σημειώσει ότι το ChatGPT μερικές φορές «δημιουργεί» γεγονότα που μπορεί να μην έχουν συμβεί στην πραγματικότητα. Αυτό δείχνει ότι οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιούν το ChatGPT ως αναφορά συγκρίσιμη με τη Wikipedia, η οποία επίσης έχει επικριθεί για ανακρίβειες (Rector, 2008). Επομένως, είναι σημαντικό για τους εκπαιδευτές να εξετάζουν προσεκτικά και να επικυρώνουν τις απαντήσεις που παρέχονται από το ChatGPT πριν τις ενσωματώσουν στο εκπαιδευτικό τους υλικό. Ωστόσο, με τις σωστές προφυλάξεις και παρακολούθηση, το ChatGPT μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη βελτίωση της διδακτικής εμπειρίας των μαθητών, καθώς μπορεί να είναι μια χρήσιμη προσέγγιση για να αποκτηθεί μια ευρεία κατανόηση και ένα προκαταρκτικό βήμα σε αυτό το κομμάτι (Cotton et al., 2023).
- ✓ **Φροντίδα υγείας:** Τα chatbot που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένες συμβουλές υγείας και βοήθεια στον εντοπισμό ιατρικών προβλημάτων: χαρακτηριστικά, οι ασθενείς μπορεί να δυσκολεύονται να θυμηθούν να λαμβάνουν τις συνταγές τους σύμφωνα με το πρόγραμμα και να τηρούν τις συστάσεις για τη δόση του γιατρού τους, ειδικά εάν λαμβάνουν πολλά φάρμακα. Σε αυτή την περίπτωση, μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ChatGPT για να χειριστούν τα θεραπευτικά τους σχήματα, τα οποία περιέχουν ειδοποιήσεις, κατευθυντήριες γραμμές για τη δόση και πιθανές κακές επιπτώσεις. Η χρήση φαρμάκων, οι περιορισμοί και άλλοι ζωτικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη φαρμακολογική παρέμβαση μπορούν επίσης να συζητηθούν με τους ασθενείς μέσω του ChatGPT (Gurta et al., 2023). Επιπλέον, το ChatGPT που έχει δημιουργηθεί με τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τους ασθενείς να έχουν καλύτερη εμπειρία υγειονομικής περίθαλψης αυτοματοποιώντας οργανωτικές δραστηριότητες όπως η εγγραφή συμβουλών και οι ενημερώσεις του σχεδίου θεραπείας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπ' όψη οι περιορισμοί του chatbot, καθώς η έρευνα έχει αποκαλύψει ότι μερικές φορές δίνει λανθασμένες απαντήσεις σε ιατρικές ερωτήσεις (Vaishya et al., 2023).
- ✓ **Μεταφράσεις:** Το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προβλήματα μετάφρασης γλώσσας, καθώς διαθέτει ένα ολοκληρωμένο γλωσσικό μοντέλο. Μπορεί να εκπαιδευτεί σε τεράστια σύνολα δεδομένων παράλληλου κειμένου και κειμένου σε δύο γλώσσες που σημαίνουν το ίδιο πράγμα, ενώ στη συνέχεια μπορεί να εφαρμοστεί για τη μετάφραση κειμένου από μια γλώσσα σε άλλη λόγω της ικανότητάς του να παράγει ένα συνεκτικό κείμενο (Jiao et al., 2023). Με την εκμάθηση των συνδέσεων μεταξύ λεξιλογίου και γραμματικών συμβάσεων και στις δύο γλώσσες, το ChatGPT, για παράδειγμα, μπορεί να πάρει μια πρόταση σε μια γλώσσα και να παράξει μια παρόμοια φράση σε μια άλλη γλώσσα, ενώ επιπλέον μπορεί να δημιουργήσει κατάλληλες μεταφράσεις λαμβάνοντας υπ' όψη το πλαίσιο και το νόημα της πρότασης (Zarifhonarvar, 2023).
- ✓ **Τουρισμός:** Το ChatGPT έχει επίσης μια πληθώρα εφαρμογών στα ταξίδια, τον τουρισμό και τη φιλοξενία. Τα chatbots έχουν γίνει ολοένα και πιο δημοφιλή στην τουριστική βιομηχανία, παρέχοντας στους επισκέπτες έναν απρόσκοπτο και βολικό τρόπο για κράτηση εισιτηρίων, δωματίων ξενοδοχείων και άλλων καταλυμάτων, ενώ τα chatbot που υποστηρίζονται από τεχνητή νοημοσύνη έχουν τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στην τουριστική βιομηχανία, προσφέροντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις κλιματικές συνθήκες, τις τοπικές εκδηλώσεις και τις λεπτομέρειες πτήσεων, διευκολύνοντας τους ταξιδιώτες να σχεδιάζουν τα ταξίδια τους και να ενημερώνονται για τυχόν αλλαγές ή καθυστερήσεις (Gurta et al., 2023). Συνολικά, το ChatGPT μπορεί να αλλάξει το τοπίο στον τομέα του τουρισμού και της φιλοξενίας, οργανώνοντας καλύτερα ταξίδια, βελτιώνοντας την εμπειρία των επισκεπτών, προσφέροντας υπηρεσίες μετάφρασης γλώσσας, ενισχύοντας την προώθηση και επιτρέποντας προηγμένες αναλύσεις (Ali, 2023).

- ✓ **Ψυχαγωγία:** Η δημιουργική γραφή είναι ένας τομέας όπου το ChatGPT έχει διάφορες πολλά υποσχόμενες εφαρμογές στη βιομηχανία της ψυχαγωγίας. Για παράδειγμα, τα chatbot με τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσαν να προσφέρουν εξατομικευμένες προτάσεις για τηλεοπτικές εκπομπές, μουσικά άλμπουμ και διάφορες άλλες μορφές ψυχαγωγίας, προσαρμοσμένες στα μεμονωμένα γούστα και προτιμήσεις. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν ολοκληρωμένα σενάρια για ταινίες ή τηλεοπτικές εκπομπές, ακόμη και να δημιουργήσουν στίχους για τραγούδια. Οι δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης στην αναμόρφωση και τη βελτίωση της εμπειρίας ψυχαγωγίας είναι πράγματι τεράστιες και ενδιαφέρουσες (Bhandari, 2023). Αν και ορισμένοι είναι δύσπιστοι, είναι πιθανό το ChatGPT να γίνει μια χρήσιμη τεχνική για την κινηματογραφική βιομηχανία, παρέχοντας μια ποικιλία πλεονεκτημάτων, όπως το σχολιασμό κοινού, τις πρακτικές ιδέες για τη σκηνοθεσία, το σενάριο και τη δημιουργία προσωπικοτήτων. Με αυτόν τον τρόπο, οι σκηνοθέτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνητή νοημοσύνη για να δημιουργήσουν πιο ενδιαφέρουσες και δημοφιλείς ταινίες, διατηρώντας παράλληλα τη δεξιοτεχνία και την καινοτομία που ήταν από καιρό στον πυρήνα της κινηματογραφικής βιομηχανίας (Haensch et al., 2023).
- ✓ **Προγραμματισμός:** Η εμφάνιση προγραμματιστών τεχνητής νοημοσύνης όπως το ChatGPT θα οδηγήσει επίσης σε αύξηση της ανάγκης για προγραμματιστές υπολογιστών με γνώση των μεθόδων της επιστήμης δεδομένων. Για παράδειγμα, προγραμματιστές που είναι εξειδικευμένοι σε κάποιες γλώσσες προγραμματισμού μπορούν να αναπτύξουν, να εφαρμόσουν και να αναπτύξουν εφαρμογές. Επιπλέον, οι προγραμματιστές μπορούν να γράφουν προγράμματα πιο γρήγορα και γρήγορα χρησιμοποιώντας το ChatGPT, το οποίο μπορεί να παράγει κλιπ προγραμμάτων ανάλογα με τον συγκεκριμένο προγραμματισμό και τα μοτίβα του υπολογιστή. Οι Merow et al. (2023) διαπίστωσαν ότι το ChatGPT θα μπορούσε να είναι πολύ χρήσιμο για την επιτάχυνση του μονότονου μέρους της κωδικοποίησης, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να ελευθερώσουν χρόνο και ενέργεια για να επικεντρωθούν στα πιο απαιτητικά μέρη. Τέλος, το ChatGPT μπορεί να βοηθήσει στη διαδικασία αναθεώρησης και στην αντιμετώπιση προβλημάτων (Sobania et al., 2023).
- ✓ **Προσωπικοί βοηθοί:** Με την ικανότητά του να ερμηνεύει φυσική γλώσσα και να παράγει συνεκτικό κείμενο, το ChatGPT έχει αναδειχθεί ως πολλά υποσχόμενο ως προσωπικός βοηθός. Προκειμένου να παρέχεται στους καταναλωτές υποστήριξη εις βάθος, θα μπορούσε να ενσωματωθεί με άλλα προγράμματα λογισμικού στο μέλλον, όπως εφαρμογές ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και ημερολογίου. Προκειμένου να αυξηθεί η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητά του με την πάροδο του χρόνου, το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιήσει τεχνικές μηχανικής εκμάθησης, ενώ μπορεί και να εκπαιδευτεί από τις εισροές και τις αλληλεπιδράσεις των χρηστών για να κατανοεί καλύτερα συγκεκριμένες προτιμήσεις και απαιτήσεις. Έτσι, το ChatGPT μπορεί να γίνει ένα πιο ισχυρό εργαλείο για παραγωγικότητα και προσωπική οργάνωση καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται και η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας βελτιώνεται (Gupta et al., 2023).

2.6. Συστήματα Διαλόγου

Η αλληλεπίδραση ανθρώπου – ρομπότ έχει πολλά πιθανά οφέλη βάσει των πρόσφατων εξελίξεων σε μεγάλα γλωσσικά μοντέλα (αγγλ.: *LLM / large language models*) για την επεξεργασία του διαλόγου, όπως η ακολουθία οδηγιών και οι συζητήσεις γενικά. Ωστόσο, μια από τις τρέχουσες προκλήσεις με την επεξεργασία διαλόγου μέσω των LLM είναι ότι, λόγω της διαδραστικής φύσης του διαλόγου και του κόστους που συνεπάγεται μια τέτοια διαδραστική αξιολόγηση, η απόδοσή τους σε επίπεδο διαλόγου ενίοτε στερείται σαφήνειας, με τις αξιολογήσεις να διεξάγονται μόνο σε επίπεδο εκφοράς (Iizuka et al., 2023). Αυτή η έλλειψη σαφήνειας καθιστά δύσκολο για τους ερευνητές και τους προγραμματιστές να υιοθετήσουν LLM για τις εφαρμογές διαλόγου τους. Αν και έχουν γίνει κάποιες αξιολογήσεις σε επίπεδο εκφοράς, υπάρχουν λίγες αναφορές για την απόδοση σε επίπεδο διαλόγου των GPT-3.5 και GPT-4, των πιο προηγμένων μοντέλων μέχρι σήμερα (Bang et al., 2023).

Παρά την ταχέως αυξανόμενη παγκόσμια προσοχή του, οι πιθανοί κίνδυνοι πίσω από το ChatGPT πρέπει να αξιολογηθούν. Προηγούμενες προσπάθειες έχουν μελετήσει διάφορες πτυχές του ChatGPT στο δίκαιο, την ηθική, τη συλλογιστική, τη στιβαρότητα και την αριθμητική (Yuan et al., 2023). Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη ολοκληρωμένης έρευνας σχετικά με τον αντίκτυπο του ChatGPT στα συστήματα διαλόγου με γνώμονα την εργασία (αγγλ.: *TOD / task-oriented dialogue*) (Ni et al., 2023). Σε

αντίθεση με τα υπάρχοντα σενάρια συνομιλίας ανοιχτού τομέα του ChatGPT, το TOD στοχεύει στην επίτευξη μιας συγκεκριμένης εργασίας ή στόχου, όπως η πραγματοποίηση μιας καταχώρησης ή η κράτηση μιας πτήσης μέσω της αλληλεπίδρασης με μια γνωσιακή βάση (αγγλ.: *KB / knowledge base*) (Heck et al., 2023). Περιλαμβάνει τη σημασιολογική κατανόηση, τη μοντελοποίηση μακροσκελούς περιβάλλοντος, την αναζήτηση στη γνωσιακή βάση και τη λήψη αποφάσεων. Η εφαρμογή του ChatGPT στο TOD είναι μια μη τετριμμένη εργασία που απαιτεί τόσο κοινή λογική όσο και εξειδικευμένη γνώση, κι έτσι θα πρέπει να υπάρξει εστίαση στον αντίκτυπο του λογισμικού σε συστήματα διαλόγου με γνώμονα την εργασία και να καταστούν σαφή τα οφέλη και οι προκλήσεις του (Shahriar & Hayawi, 2023).

Τα γενικά ευρήματα έχουν ως εξής:

- ✓ Το ChatGPT αποδίδει χειρότερα από τα τελευταίας τεχνολογίας μοντέλα που είναι προσαρμοσμένα σε μια δεδομένη εργασία TOD.
- ✓ Το ChatGPT επιτυγχάνει καλή απόδοση στην εργασία ανίχνευσης πρόθεσης ενός τομέα, αλλά αποτυγχάνει να αναγνωρίσει πολύπλοκους διαλόγους πολλών τομέων (Anonymus, 2023).
- ✓ Για την εργασία συμπλήρωσης θέσεων, το ChatGPT επιδεικνύει αξιοπρεπή απόδοση και η προσθήκη λίγων παραδειγμάτων μπορεί να επιτύχει σταθερές βελτιώσεις.
- ✓ Για την εργασία παρακολούθησης κατάστασης διαλόγου, το ChatGPT αποτυγχάνει να παρακολουθήσει ζεύγη δομημένων θυρίδων – τιμών και επίσης δεν μπορεί να ακολουθήσει τις οδηγίες εισαγωγής και τις ακατάλληλες απαντήσεις (Shahriar & Hayawi, 2023).
- ✓ Το ChatGPT δεν έχει καλή απόδοση στη δημιουργία απαντήσεων. Παρ' όλο που έχει ισχυρές ικανότητες στην κατανόηση των στόχων των χρηστών και στη δημιουργία άπταιστων απαντήσεων με βάση τις υπάρχουσες πληροφορίες, το ChatGPT εξακολουθεί να έχει αδύναμες συλλογιστικές ικανότητες και στερείται μακροπρόθεσμης μνήμης σε συνομιλίες μακράς διάρκειας (Gabor-Siatkowska et al., 2023).
- ✓ Το ChatGPT επιτυγχάνει υψηλές βαθμολογίες ευχέρειας αλλά χαμηλότερους βαθμούς συνοχής με το διατεματικό μοντέλο (αγγλ.: *end-to-end modeling*) και επίσης δεν μπορεί να αλληλεπιδράσει αποτελεσματικά με εξωτερικές βάσεις γνώσεων ή να μάθει μακροχρόνια εξάρτηση (Anonymus, 2023).

2.7. Δημιουργία Κειμένου

Ενώ η γενετική τέχνη και τα συνθετικά μέσα ήταν μεταξύ των πρώτων από το περιεχόμενο παραγωγής τεχνητής νοημοσύνης που έγιναν δημοφιλή, η κυκλοφορία του ChatGPT ήταν η εξέλιξη που μετέτρεψε την ανάπτυξη της γενετικής τεχνητής νοημοσύνης σε ένα δημοφιλές σημείο καμπής (Martinez-Murillo et al., 2023). Παρά τον πρώιμο θόρυβο γύρω από την εισαγωγή του ChatGPT, κανένας από τους παραγωγούς κειμένου δεν είναι πραγματικά έτοιμος να δημιουργήσει νέα μυθιστορήματα βασισμένα σε μια απλή προτροπή ή εισαγωγή (De Villiers et al., 2024). Από την άλλη πλευρά, είναι συχνά αρκετά ικανοί να παραδώσουν μια έξυπνα αριθμημένη λίστα χαρακτηριστικών προϊόντων ή υπηρεσιών ή να συντάξουν ένα συνεκτικό δοκίμιο πέντε παραγράφων. Φυσικά, τα συστήματα δεν συνθέτουν με τον τρόπο ενός ανθρώπινου συγγραφέα, αλλά απεναντίας, προβλέπουν πιθανά κατάλληλα κείμενα με βάση τον τρόπο με τον οποίο έχουν χρησιμοποιηθεί στα δεδομένα εκπαίδευσης (Lancaster, 2023).

Το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία κειμένου σε διάφορες εφαρμογές και να εκπαιδευτεί για τη δημιουργία πρωτότυπων αφηγήσεων, καθώς και για τη δημιουργία ειδησεογραφικών άρθρων με βάση ένα δεδομένο σύνολο γεγονότων ή δεδομένων. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιήσει τη δημιουργία κειμένου για να απαντήσει σε ερωτήματα των χρηστών σαν να διεξάγεται μια κανονική συζήτηση και, κατά συνέπεια, μπορεί να δημιουργήσει ευεργετικές συνέπειες όσον αφορά τη δέσμευση και την αλληλεπίδραση για τη βιωσιμότητα μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερομένων εντός και μεταξύ των οργανισμών (Mullia et al., 2023). Ωστόσο, η ποιότητα του παραγόμενου κειμένου εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων εκπαίδευσης και την πολυπλοκότητα του μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης, καθώς και από τη φύση των εντολών που δίνονται. Όσον αφορά τις αφηγηματικές ενότητες, όσο πιο διαφορετικά και ποιοτικά είναι τα δεδομένα εκπαίδευσης, όσο πιο εξελιγμένο είναι το μοντέλο και όσο πιο εξοικειωμένος είναι ο χειριστής, τόσο αυξάνεται η δυνατότητα του ChatGPT να δημιουργήσει κείμενο συνεκτικό, γραμματικά σωστό και σημασιολογικά σημαντικό (Garon, 2023).

Το ChatGPT μπορεί όχι μόνο να δημιουργήσει κείμενο, αλλά και να το αναλύσει (De Villiers και συν., 2024). Αν και η επεξεργασία των αφηγηματικών δεδομένων για την απόκτηση γνώσεων μπορεί να είναι δύσκολη λόγω του πολλαπλασιασμού των μορφών αναφοράς και του αυξανόμενου όγκου

κειμένου, είναι ολοένα και πιο σημαντική, καθώς τα ποσοτικά δεδομένα δεν επαρκούν για τη λήψη αποφάσεων από τα ενδιαφερόμενα μέρη (Lewis & Young, 2019). Οι τεχνικές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο από τους ερευνητές για να αποκτήσουν γνώσεις από ενημερώσεις που γίνονται από διαχειριστές σε πολλά θέματα, συμπεριλαμβανομένης της βιωσιμότητας (El-Haj et al., 2020).

Μεταξύ της ευέλικτης χρήσης του, η δύναμη της αυτόματης δημιουργίας κειμένου του ChatGPT προσέλκυσε όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον των ερευνητών. Οι Wenzlaff & Sraeth (2022) επιβεβαίωσαν ότι το ChatGPT ήταν βασικά ισοδύναμο με τον άνθρωπο στη σύνταξη επεξηγηματικών απαντήσεων, ενώ τα κείμενα που δημιουργήθηκαν από το ChatGPT επαινέθηκαν σε ορισμένες έρευνες για τη συνολική τους ποιότητα, την πρωτοτυπία στο περιεχόμενο και την καλή απόδοση στη συγγραφή κριτικών λογοτεχνίας (Aydin & Karaarslan, 2022). Εκτός όμως από τα πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στη γραφή, προέκυψαν προβληματισμοί σχετικά με τη δυνατότητά του να ξεφύγει από τον εντοπισμό λογοκλοπής: πιο συγκεκριμένα, οι Haque et al. (2022) επεσήμαναν ότι οι χρήστες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης ανησυχούσαν περισσότερο για την εφαρμογή του ChatGPT στην εκπαίδευση παρά σε άλλους τομείς. Με παρόμοιο τρόπο, οι ερευνητές τόνισαν τις πιθανές απειλές που θέτει το ChatGPT για την ακαδημαϊκή ακεραιότητα στα τεστ και τις εξετάσεις (Susnjak, 2022). Για την ακαδημαϊκή γραφή, ακούστηκαν διαφοροποιημένες απόψεις σχετικά με το εάν η χρήση κειμένου που δημιουργείται αυτόματα ήταν λογοκλοπή (Yan, 2023).

Αυτή τη στιγμή, η δημιουργία κειμένου του ChatGPT έχει ακόμη δρόμο μπροστά της, καθώς τα συστήματα περιορίζονται από τα δεδομένα εκπαίδευσης. Ένα εγγενές πρόβλημα κατά τη συλλογή τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων είναι ότι τα δεδομένα δεν είναι απαραίτητα ελεγμένα ή ακριβή, και ως εκ τούτου, τα τρέχοντα διαθέσιμα συστήματα δεν είναι απαραίτητα αξιόπιστα σε αυτό το κομμάτι (Ray, 2023). Αυτό προσδοκάται ότι θα αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, καθώς οι επιχειρήσεις που επιδιώκουν να αδειοδοτήσουν παραγωγικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης θα είναι σε θέση να διαχειρίζονται τα δεδομένα εκπαίδευσης και να ελέγχουν την έξοδο για πραγματικά λάθη, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό (Yan, 2023).

3. Αρχιτεκτονική Transformer

Η επανάσταση των μεθοδολογιών βαθιάς μάθησης (αγγλ.: *deep learning*) έχει αναζωογονήσει το πεδίο της βιοπληροφορικής και της ανάλυσης δεδομένων, δημιουργώντας ένα θεμέλιο για πρωτοποριακές εξελίξεις και νέες ιδέες. Πρόσφατα, η ανάπτυξη και η εφαρμογή αρχιτεκτονικών και μηχανισμών προσοχής που βασίζονται σε μετασχηματιστές έχουν επιδείξει ανώτερες επιδόσεις και ικανότητες στο χειρισμό της εγγενούς πολυπλοκότητας των δεδομένων (Auslander et al., 2021). Οι τεχνικές βαθιάς μάθησης, ιδιαίτερα εκείνες που χρησιμοποιούν αρχιτεκτονικές μετασχηματιστών και μηχανισμούς προσοχής, έχουν δείξει αξιοσημείωτη επιτυχία σε διάφορους τομείς όπως η επεξεργασία φυσικής γλώσσας και η υπολογιστική όραση. Αυτά τα επιτεύγματα έχουν παρακινήσει την ταχεία υιοθέτησή τους στη βιοπληροφορική, δεδομένης της παρόμοιας φύσης των αλληλουχιών του γονιδιώματος με τα γλωσσικά κείμενα: έτσι, εργαλεία ικανά στον χειρισμό γλωσσικών δεδομένων μπορούν ενδεχομένως να αποκρυπτογραφήσουν τα κρυμμένα μοτίβα μέσα σε αυτές τις ακολουθίες (Khan et al., 2022).

Οι δυνατότητες των αρχιτεκτονικών που βασίζονται σε μετασχηματιστές και των μηχανισμών προσοχής στην ανάλυση δεδομένων είναι τεράστιες και σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητες και παρουσιάζουν μια πολλά υποσχόμενη λύση για την αντιμετώπιση της τεράστιας κλίμακας και της περίπλοκης φύσης των δεδομένων. Η ικανότητα της καταγραφής εξαρτήσεων μεγάλης εμβέλειας μεταξύ θέσεων, της εξέτασης πολλαπλών σχετικών περιοχών ταυτόχρονα και της προσαρμοστικής εστίασης σε κύρια χαρακτηριστικά καθιστά αυτές τις μεθόδους μοναδικά κατάλληλες για πολλών ειδών εφαρμογές. Η έκρηξη της έρευνας σε αυτόν τον τομέα οδήγησε σε μια ογκώδη εισροή μελετών και δημοσιεύσεων, καθεμία από τις οποίες συνεισφέρει νέα ευρήματα, μεθόδους και προοπτικές. Αν και αυτός ο γρήγορος πολλαπλασιασμός της έρευνας αποτελεί απόδειξη του δυναμισμού του πεδίου, αποτελεί επίσης πρόκληση για τους ερευνητές να συμβαδίσουν με τις εξελίξεις (Choi & Lee, 2023).

Η αρχιτεκτονική Transformer είναι ένα στοιχείο νευρωνικού δικτύου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκμάθηση χρήσιμων αναπαραστάσεων ακολουθιών ή συνόλων σημείων δεδομένων (Vaswani et al., 2017). Ο μετασχηματιστής έχει οδηγήσει τις πρόσφατες εξελίξεις στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, στην υπολογιστική όραση και στη χωροχρονική μοντελοποίηση. Υπάρχουν πολλές εισαγωγές στους μετασχηματιστές, αλλά οι περισσότεροι δεν περιέχουν ακριβείς μαθηματικές περιγραφές της αρχιτεκτονικής και συχνά λείπουν επίσης οι διαισθητικές πίσω από τις σχεδιαστικές επιλογές (Turner, 2023).

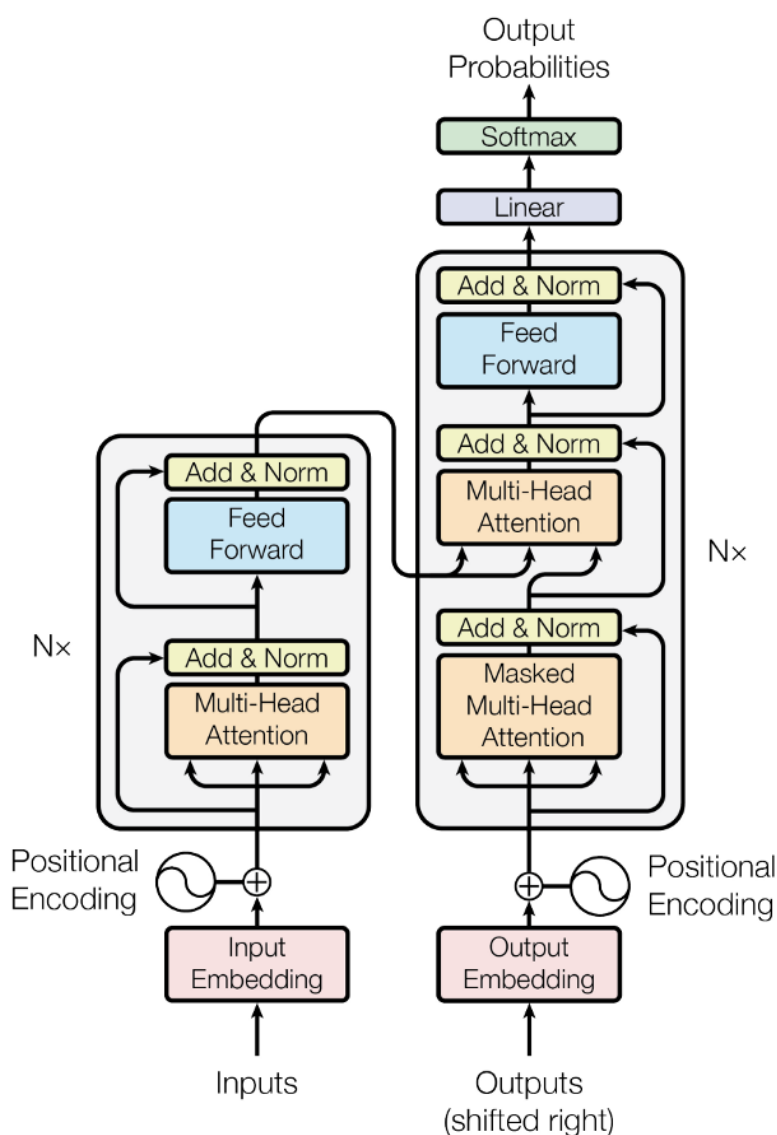
Εμπνευσμένο από την επιτυχία των μηχανισμών προσοχής, το μοντέλο Transformer προτάθηκε ως μια πλήρης μετατόπιση από τη φύση διαδοχικής επεξεργασίας των επαναλαμβανόμενων νευρωνικών δικτύων (αγγλ.: *RNNs / recurrent neural networks*) και των παραλλαγών τους. Το μοντέλο μετασχηματιστή αξιοποιεί μηχανισμούς προσοχής για την παράλληλη επεξεργασία των δεδομένων εισόδου, επιτρέποντας ταχύτερους και πιο αποτελεσματικούς υπολογισμούς (Jiang et al., 2023). Η αρχιτεκτονική του μοντέλου μετασχηματιστή αποτελείται από μια στοίβα πανομοιότυπων μονάδων μετασχηματιστή, το καθένα με δύο υποστρώματα: έναν μηχανισμό αυτοπροσοχής πολλαπλών κεφαλών και ένα πλήρως συνδεδεμένο κατά τη θέση δίκτυο τροφοδοσίας προς τα εμπρός. Χρησιμοποιώντας αυτήν την αρχιτεκτονική, τα μοντέλα μετασχηματιστών μπορούν να συλλάβουν τις εξαρτήσεις μεταξύ των εισόδων και των εξόδων χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψη η απόστασή τους στην ακολουθία (Choi & Lee, 2023).

Τα chatbots μπορούν να χρησιμοποιούν μεθόδους που βασίζονται στη δημιουργία ή στην ανάκτηση. Τα παραγωγικά μοντέλα δημιουργούν απαντήσεις που μπορεί να μην έχουν εμφανιστεί στα δεδομένα εκπαίδευσης, αλλά είναι κατάλληλες για τη συνομιλία. Για παράδειγμα, τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα και οι αρχιτεκτονικές Transformer εκπαιδεύονται για να δημιουργούν απαντήσεις με βάση το πλαίσιο της συνομιλίας: μπορούν να δημιουργήσουν απαντήσεις που μπορεί να μην έχουν εμφανιστεί στα δεδομένα εκπαίδευσης αλλά είναι κατάλληλες για τη συνομιλία (Amatriain, 2023). Τα μοντέλα που βασίζονται στην ανάκτηση ανακτούν μια απάντηση από ένα προκαθορισμένο σύνολο χρησιμοποιώντας αλγόριθμους επιλογής απαντήσεων αντί να δημιουργούν μια απάντηση από το μηδέν. Αυτά τα μοντέλα τείνουν να παράγουν πιο κατατοπιστικές και εύγλωττες απαντήσεις από τα μοντέλα παραγωγής, επειδή επιλέγονται από ένα σύνολο απαντήσεων που έχουν επιλεγεί ειδικά για τη συνάφεια και την ευχέρεια τους (Jurafsky & Martin, 2023).

3.1. Κωδικοποίηση / Αποκωδικοποίηση

Μια γενική αρχιτεκτονική κωδικοποιητή / αποκωδικοποιητή αποτελείται από δύο μοντέλα: ο κωδικοποιητής παίρνει την είσοδο και την κωδικοποιεί σε ένα διάνυσμα σταθερού μήκους, ενώ ο αποκωδικοποιητής παίρνει αυτό το διάνυσμα και το αποκωδικοποιεί στην ακολουθία εξόδου. Ο κωδικοποιητής και ο αποκωδικοποιητής εκπαιδεύονται από κοινού για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας καταγραφής υπό όρους και μόλις εκπαιδευτούν, ο κωδικοποιητής και ο αποκωδικοποιητής μπορούν να δημιουργήσουν μια έξοδο δεδομένης μιας ακολουθίας εισόδου ή να σκοράρει ένα ζεύγος ακολουθιών εισόδου / εξόδου (Vaswani et al., 2017).

Στην περίπτωση της αρχικής αρχιτεκτονικής του Transformer, τόσο ο κωδικοποιητής όσο και ο αποκωδικοποιητής είχαν έξι πανομοιότυπα επίπεδα. Σε κάθε ένα από αυτά τα επίπεδα, ο κωδικοποιητής έχει δύο υποστρώματα (ένα επίπεδο προσοχής πολλαπλών κεφαλών και ένα απλό δίκτυο προώθησης τροφοδοσίας) και κάθε υποστρώμα έχει μια υπολειπόμενη σύνδεση και μια κανονικοποίηση στρώματος. Ο αποκωδικοποιητής προσθέτει ένα τρίτο υποστρώμα, το οποίο είναι ένα άλλο επίπεδο προσοχής πολλαπλών κεφαλών πάνω από την έξοδο του κωδικοποιητή, ενώ το άλλο στρώμα πολλαπλών κεφαλών στον αποκωδικοποιητή καλύπτεται για να αποτρέψει την προσοχή στις επόμενες θέσεις (Amatriain, 2023).



Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Transformer. Πηγή: Vaswani et al., 2017

3.2. Προσοχή

Οι μηχανισμοί προσοχής έχουν γίνει αναπόσπαστο μέρος της μοντελοποίησης ακολουθιών και σε διάφορες εργασίες, επιτρέποντας τη μοντελοποίηση των εξαρτήσεων χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψη η απόστασή τους στις ακολουθίες εισόδου ή εξόδου. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις, τέτοιοι μηχανισμοί προσοχής χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με ένα επαναλαμβανόμενο δίκτυο. Μια συνάρτηση προσοχής μπορεί να περιγραφεί ως αντιστοίχιση ενός ερωτήματος και ενός συνόλου ζευγών κλειδιών – τιμών σε μια έξοδο, όπου το ερώτημα, τα κλειδιά, οι τιμές και η έξοδος είναι όλα διανύσματα. Η έξοδος υπολογίζεται ως σταθμισμένο άθροισμα των τιμών, όπου το βάρος που εκχωρείται σε κάθε τιμή υπολογίζεται από μια συνάρτηση συμβατότητας του ερωτήματος με το αντίστοιχο κλειδί (Peng et al., 2024).

Μια συνάρτηση προσοχής είναι μια αντιστοίχιση μεταξύ ενός ερωτήματος και ενός συνόλου ζευγών κλειδιού – τιμής σε μια έξοδο. Η έξοδος υπολογίζεται ως σταθμισμένο άθροισμα των τιμών, όπου το βάρος που εκχωρείται σε κάθε τιμή υπολογίζεται από μια συνάρτηση συμβατότητας του ερωτήματος με το αντίστοιχο κλειδί. Οι μετασχηματιστές χρησιμοποιούν προσοχή πολλαπλών κεφαλών, η οποία είναι ένας παράλληλος υπολογισμός μιας συγκεκριμένης συνάρτησης προσοχής που ονομάζεται προσοχή σε κλίμακα κουκκίδας (Vaswani και συν., 2017).

Η αυτοπροσοχή (αγγλ.: *self-attention*), που μερικές φορές ονομάζεται ενδο-προσοχή, είναι ένας μηχανισμός προσοχής που σχετίζεται με διαφορετικές θέσεις μιας μεμονωμένης ακολουθίας προκειμένου να υπολογιστεί μια αναπαράσταση της ακολουθίας (Peng et al., 2024). Η αυτοπροσοχή έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε μια ποικιλία εργασιών, όπως η κατανόηση ανάγνωσης, η περίληψη και η συνεπαγωγή κειμένου, καθώς επίσης και η εκμάθηση αναπαραστάσεων προτάσεων ανεξάρτητων από την εργασία. Τα δίκτυα μνήμης από άκρο σε άκρο βασίζονται σε μηχανισμό επαναλαμβανόμενης προσοχής αντί για αλληλουχίες και έχει αποδειχθεί ότι έχουν καλή απόδοση σε εργασίες απάντησης ερωτήσεων απλής γλώσσας και μοντελοποίησης γλώσσας. Ο μετασχηματιστής είναι κοινώς γνωστός ως το πρώτο μοντέλο μεταγωγής που βασίζεται εξ ολοκλήρου στην αυτόπροσοχή για τον υπολογισμό των αναπαραστάσεων της εισόδου και της εξόδου του χωρίς τη χρήση ευθυγραμμισμένων RNN ή συνέλιξης (Amatriain, 2023).

Ο στόχος της μείωσης του διαδοχικού υπολογισμού αποτελεί επίσης τη βάση της εκτεταμένης νευρωνικής μονάδας επεξεργασίας γραφικών (αγγλ.: *extended neural GPU / graphics processing unit*), καθώς επίσης και δικτύων όπως το ByteNet και το ConvS2S, τα οποία χρησιμοποιούν συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα ως βασικό δομικό στοιχείο, υπολογίζοντας παράλληλα κρυφές αναπαραστάσεις για όλες τις θέσεις εισόδου και εξόδου. Σε αυτά τα μοντέλα, ο αριθμός των λειτουργιών που απαιτούνται για τη συσχέτιση σημάτων από δύο αυθαίρετες θέσεις εισόδου ή εξόδου αυξάνεται στην απόσταση μεταξύ των θέσεων, γραμμικά για το ConvS2S και λογαριθμικά για το ByteNet. Αυτό καθιστά πιο δύσκολη την εκμάθηση εξαρτήσεων μεταξύ απομακρυσμένων θέσεων. Στο Transformer, αυτό μειώνεται σε σταθερό αριθμό λειτουργιών, αν και με κόστος μειωμένης αποτελεσματικής ανάλυσης λόγω του μέσου όρου των σταθμισμένων θέσεων (Vaswani et al., 2017).

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα των επιπέδων προσοχής σε σχέση με τα επαναλαμβανόμενα και συνελκτικά δίκτυα: τα δύο πιο σημαντικά είναι η χαμηλότερη υπολογιστική πολυπλοκότητα και η υψηλότερη συνδεσιμότητα, τα οποία αποβαίνουν ιδιαίτερα χρήσιμα για την εκμάθηση μακροπρόθεσμων εξαρτήσεων σε ακολουθίες.

3.2.1. Προσοχή σε κλίμακα κουκκίδας

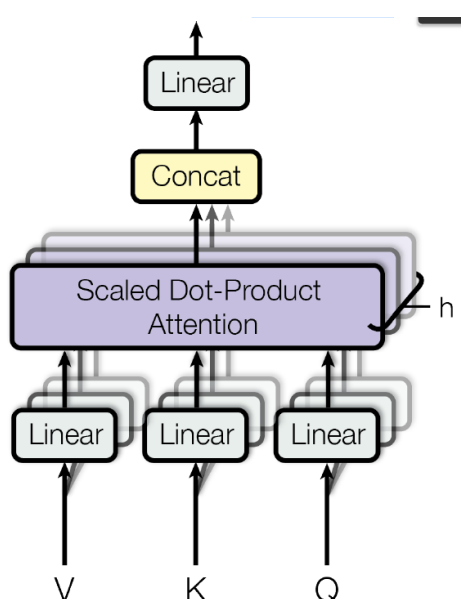
Η είσοδος αποτελείται από ερωτήματα και κλειδιά της διάστασης d_k και τιμές της διάστασης d_v , με τα γινόμενα κουκκίδων του ερωτήματος στη συνέχεια να υπολογίζονται με όλα τα κλειδιά και να εφαρμόζεται μια συνάρτηση softmax για να ληφθούν τα βάρη στις τιμές. Οι δύο πιο συχνά χρησιμοποιούμενες συναρτήσεις προσοχής είναι η προσθετική προσοχή (αγγλ.: *additive attention*) και η προσοχή εσωτερικού γινομένου (αγγλ.: *dot-product attention*) ή πολλαπλασιαστική (αγγλ.: *multiplicative attention*) (Peng και συν., 2024).

Ενώ οι δύο συναρτήσεις είναι παρόμοιες σε θεωρητική πολυπλοκότητα, η προσοχή εσωτερικού γινομένου είναι πολύ πιο γρήγορη και πιο αποδοτική στον χώρο στην πράξη, καθώς μπορεί να εφαρμοστεί χρησιμοποιώντας εξαιρετικά βελτιστοποιημένο κώδικα πολλαπλασιασμού πινάκων (αγγλ.: *matrix multiplication code*). Ενώ για μικρές τιμές d_k οι δύο μηχανισμοί λειτουργούν παρόμοια, η προσθετική προσοχή υπερτερεί της προσοχής του προϊόντος εσωτερικού γινομένου χωρίς κλιμάκωση για

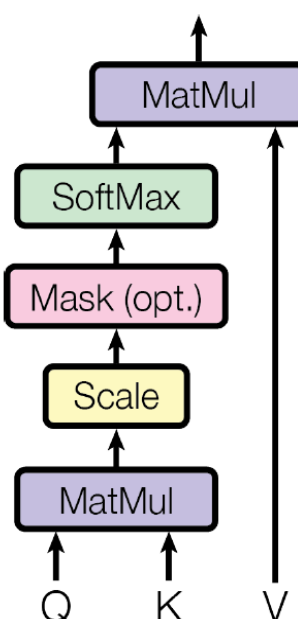
μεγαλύτερες τιμές d_k . Για μεγάλες τιμές d_k , τα προϊόντα εσωτερικού γινομένου μεγαλώνουν σε μέγεθος, ωθώντας την εκάστοτε συνάρτηση σε περιοχές όπου έχει εξαιρετικά μικρές διαβαθμίσεις (Vaswani και συν., 2017).

3.2.2. Προσοχή πολλαπλών κεφαλών

Αντί να εκτελείται μια ενιαία λειτουργία προσοχής με κλειδιά διαστάσεων, τιμές και ερωτήματα, είναι συχνά ωφέλιμο τα ερωτήματα, τα κλειδιά και οι τιμές να προβάλλονται γραμμικά με διαφορετικές, μαθημένες γραμμικές προβολές σε όλες τις διαστάσεις τους αντίστοιχα. Σε καθεμία από αυτές τις προβαλλόμενες εκδόσεις ερωτημάτων, κλειδιών και τιμών, η συνάρτηση προσοχής εκτελείται παράλληλα, αποδίδοντας τιμές εξόδου διαστάσεων d_v , οι οποίες συνδέονται και προβάλλονται ξανά, με αποτέλεσμα τις τελικές τιμές. Η προσοχή πολλαπλών κεφαλών (αγγλ.: *multi-head attention*) επιτρέπει στο μοντέλο να παρακολουθεί από κοινού πληροφορίες από διαφορετικούς υποχώρους αναπαράστασης σε διαφορετικές θέσεις, ενώ με μία μόνο κεφαλή προσοχής, ο μέσος όρος το εμποδίζει (Jurafsky & Martin, 2023).



Εικόνα 3: Το μοντέλο της προσοχής πολλαπλών κεφαλών. Πηγή: Vaswani et al., 2017



Εικόνα 2: Το μοντέλο της προσοχής σε κλίμακα κουκίδας. Πηγή: Vaswani et al., 2017

3.2.3. Εφαρμογές του μοντέλου

Το Transformer χρησιμοποιεί την προσοχή πολλαπλών κεφαλών με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- ✓ Στα επίπεδα προσοχής κωδικοποιητή – αποκωδικοποιητή, τα ερωτήματα προέρχονται από το προηγούμενο επίπεδο αποκωδικοποιητή και τα κλειδιά και οι τιμές μήμης προέρχονται από την έξοδο του κωδικοποιητή. Αυτό επιτρέπει σε κάθε θέση στον αποκωδικοποιητή να παρακολουθεί όλες τις θέσεις στην ακολουθία εισόδου. Αυτό μιμείται τους τυπικούς μηχανισμούς προσοχής κωδικοποιητή – αποκωδικοποιητή σε μοντέλα αλληλουχίας σε ακολουθία (Vaswani και συν., 2017).
- ✓ Ο κωδικοποιητής περιέχει επίπεδα αυτοπροσοχής, στα οποία όλα τα κλειδιά, οι τιμές και τα ερωτήματα προέρχονται από την ίδια θέση (σε αυτήν την περίπτωση, την έξοδο του προηγούμενου επιπέδου στον κωδικοποιητή). Κάθε θέση στον κωδικοποιητή μπορεί να παρακολουθήσει όλες τις θέσεις στο προηγούμενο στρώμα του (Peng και συν., 2024).
- ✓ Ομοίως, τα στρώματα αυτοπροσοχής στον αποκωδικοποιητή επιτρέπουν σε κάθε θέση στον αποκωδικοποιητή να παρακολουθεί όλες τις θέσεις στον αποκωδικοποιητή μέχρι και τη

συγκεκριμένη θέση. Η ροή πληροφοριών προς τα αριστερά στον αποκωδικοποιητή πρέπει να αποτραπεί προκειμένου να διατηρηθεί η ιδιότητα αυτόματης παλινδρόμησης. Αυτό μπορεί να εφαρμοστεί στο εσωτερικό του κλιμακούμενου σημείου – προϊόντος, αποκρύπτοντας όλες τις τιμές που αντιστοιχούν σε παράνομες συνδέσεις (Turner, 2023).

3.3. Ιστορία

Οι πρώτοι μετασχηματιστές σχεδιάστηκαν για μετάφραση γλώσσας, ιδιαίτερα από τα αγγλικά στα γερμανικά, αλλά η αρχιτεκτονική γενικεύτηκε καλά σε άλλες γλωσσικές εργασίες. Η συγκεκριμένη τάση έγινε γρήγορα αντιληπτή από την ερευνητική κοινότητα, και τους επόμενους μήνες, οι περισσότεροι από τους πίνακες για οποιαδήποτε εργασία μηχανικής μάθησης που σχετίζεται με τη γλώσσα κατακλύστηκαν από κάποια έκδοση της αρχιτεκτονικής του μετασχηματιστή (δηλαδή το γνωστό σύνολο δεδομένων SQuAD / Stanford Question Answering Dataset για απαντήσεις ερωτήσεων, όπου όλα τα μοντέλα στην κορυφή είναι σύνολα αρχιτεκτονικής Transformer) (Amatriain, 2023).

Ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους οι Transformers μπόρεσαν να αναλάβουν τόσο γρήγορα τους περισσότερους πίνακες κορυφαίων NLP είναι η ικανότητά τους να προσαρμόζονται γρήγορα σε άλλες εργασίες, γνωστή και ως μεταφορά μάθησης (αγγλ.: *TL / Transfer Learning*). Τα προεκπαιδευμένα μοντέλα μετασχηματιστή μπορούν να προσαρμοστούν εξαιρετικά εύκολα και γρήγορα σε εργασίες στις οποίες δεν έχουν εκπαιδευτεί και αυτό έχει τεράστια πλεονεκτήματα: έτσι, οι επαγγελματίες μηχανικής μάθησης δεν χρειάζεται πλέον να εκπαιδεύουν ένα μεγάλο μοντέλο σε ένα τεράστιο σύνολο δεδομένων, καθώς μπορούν απλά να χρησιμοποιούν ξανά το προεκπαιδευμένο μοντέλο προσαρμόζοντάς το σε ένα πολύ μικρότερο σύνολο δεδομένων (Vaswani και συν., 2017).

Αποδεικνύεται ότι η ικανότητα της αρχιτεκτονικής Transformer να προσαρμόζεται σε άλλες εργασίες είναι τόσο μεγάλη που, ενώ αρχικά αναπτύχθηκε για εργασίες που σχετίζονται με τη γλώσσα, έγινε γρήγορα χρήσιμη για άλλες εργασίες που κυμαίνονται από εφαρμογές όρασης ή ήχου και μουσικής μέχρι το σκάκι και τα μαθηματικά. Φυσικά, όλες αυτές οι εφαρμογές δεν θα ήταν δυνατές αν δεν υπήρχαν τα εργαλεία που τις καθιστούσαν άμεσα διαθέσιμες σε οποιονδήποτε μπορούσε να γράψει μερικές γραμμές κώδικα (Thakur, 2021). Η αρχιτεκτονική Transformer όχι μόνο ενσωματώθηκε γρήγορα στα κύρια πλαίσια του AI, αλλά επέτρεψε ακόμη και τη δημιουργία μιας ολόκληρης εταιρείας γύρω από αυτά. Η Huggingface, μια startup που έχει συγκεντρώσει πάνω από 60 εκατομμύρια δολάρια μέχρι σήμερα, βασίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου στην ιδέα της εμπορευματοποίησης της βιβλιοθήκης ανοιχτού κώδικα Transformer (Lambert και συν., 2022).

Τέλος, ο αντίκτυπος του GPT-3 στη διάδοση των Transformers αξίζει σίγουρα να τονιστεί. Η εταιρεία δημιούργησε μεγάλο θόρυβο κατά την παρουσίαση του μοντέλου, όπου ισχυρίστηκε ότι το μοντέλο ήταν τόσο ισχυρό που δεν ήταν σε θέση να το κυκλοφορήσει στον κόσμο: βέβαια, εκτοτε το μοντέλο όχι μόνο κυκλοφόρησε, αλλά και εμπορευματοποιήθηκε μέσω μιας πολύ μεγάλης συνεργασίας μεταξύ OpenAI και Microsoft. Το GPT-3 έχει ισχύ πάνω από 300 διαφορετικές εφαρμογές και αποτελεί τη βάση για την εμπορική στρατηγική του OpenAI (Amatriain, 2023).

3.4. Χαρακτηριστικά

3.4.1. Αρχιτεκτονική προκατάρτισης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η αρχιτεκτονική Transformer αποτελείται από έναν κωδικοποιητή και έναν αποκωδικοποιητή, κάτι που ισχύει και για τον αρχικό μετασχηματιστή. Ωστόσο, από τότε, έχουν συντελεστεί διαφορετικές εξελίξεις που έχουν αποκαλύψει ότι σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ωφέλιμο να χρησιμοποιείται μόνο ο κωδικοποιητής, σε ορισμένες άλλες μόνο ο αποκωδικοποιητής και ενίοτε και οι δύο.

- ✓ **Προ-εκπαίδευση κωδικοποιητή:** Αυτά τα μοντέλα, τα οποία ονομάζονται επίσης αμφίδρομη ή αυτόματη κωδικοποίηση, χρησιμοποιούν τον κωδικοποιητή μόνο κατά την προ-εκπαίδευση (αγγλ.: *pretraining*), η οποία συνήθως επιτυγχάνεται με απόκρυψη λέξεων στην πρόταση εισαγωγής και εκπαίδευση του μοντέλου στην ανακατασκευή. Σε κάθε στάδιο κατά τη διάρκεια της προ-εκπαίδευσης, τα επίπεδα προσοχής μπορούν να έχουν πρόσβαση σε όλες τις λέξεις εισαγωγής. Αυτή η οικογένεια μοντέλων είναι πιο χρήσιμη για εργασίες που απαιτούν την κατανόηση πλήρων προτάσεων, όπως η ταξινόμηση προτάσεων ή η εξαγωγή ερωτήσεων (Amatriain, 2023).

- ✓ **Προ-εκπαίδευση αποκωδικοποιητή:** Τα μοντέλα αποκωδικοποιητών, που συχνά ονομάζονται αυτοπαλινδρομικά (αγγλ.: *auto-regressive*), χρησιμοποιούν μόνο τον αποκωδικοποιητή κατά τη διάρκεια μιας προεκπαίδευσης που συνήθως σχεδιάζεται έτσι ώστε το μοντέλο να αναγκάζεται να προβλέψει την επόμενη λέξη. Τα επίπεδα προσοχής μπορούν να έχουν πρόσβαση μόνο στις λέξεις που είναι τοποθετημένες πριν από μια δεδομένη λέξη στην πρόταση. Η διαδικασία αυτή ταιριάζει καλύτερα για εργασίες που αφορούν τη δημιουργία κειμένου (Choi & Lee, 2023).
- ✓ **Προ-εκπαίδευση Μετασηματιστή (Κωδικοποιητής – Αποκωδικοποιητής):** Τα μοντέλα κωδικοποιητών – αποκωδικοποιητών χρησιμοποιούν και τα δύο μέρη της αρχιτεκτονικής του μετασηματιστή. Τα επίπεδα προσοχής του κωδικοποιητή μπορούν να έχουν πρόσβαση σε όλες τις λέξεις στην είσοδο, ενώ αυτά του αποκωδικοποιητή μπορούν να έχουν πρόσβαση μόνο στις λέξεις που βρίσκονται πριν από μια δεδομένη λέξη στην είσοδο. Η προ-εκπαίδευση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας τους στόχους των μοντέλων κωδικοποιητών ή αποκωδικοποιητών, αλλά συνήθως περιλαμβάνει κάτι λίγο πιο περίπλοκο. Αυτά τα μοντέλα ταιριάζουν καλύτερα σε εργασίες που περιστρέφονται γύρω από τη δημιουργία νέων προτάσεων ανάλογα με μια δεδομένη είσοδο, όπως η περίληψη, η μετάφραση ή η απάντηση ερωτήσεων (Vaswani και συν., 2017).

3.4.2. Εργασία προεκπαίδευσης

Κατά την εκπαίδευση ενός μοντέλου, πρέπει να καθοριστεί μια εργασία για την οποία θα μάθει το μοντέλο. Μερικές από τις τυπικές εργασίες, όπως η πρόβλεψη της επόμενης λέξης ή η εκμάθηση ανακατασκευής λέξεων με μάσκα, είναι από τις πιο διαδεδομένες. Οι Qiu et al. (2020) αναφέρουν μια αρκετά ολοκληρωμένη ταξινόμηση εργασιών προεκπαίδευσης, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ως αυτοεποπτευόμενα:

1. **Μοντελοποίηση γλώσσας (αγγλ.: *LM / language modeling*):** Μπορεί να προβλέψει την επόμενη λεκτική μονάδα (αγγλ.: *token*) στην περίπτωση της μοντελοποίησης μονής κατεύθυνσης, ή την προηγούμενη και την επόμενη λεκτική μονάδα στην περίπτωση της αμφίδρομης μοντελοποίησης.
2. **Μοντελοποίηση γλώσσας με μάσκες (αγγλ.: *MLM / Masked Language Modeling*):** Μπορεί να κρύψει ορισμένα token από τις προτάσεις εισαγωγής και στη συνέχεια εκπαιδεύει το μοντέλο να προβλέπει τα καλυμμένα token από τα υπόλοιπα token (Amatriain, 2023).
3. **Μετατιθέμενη μοντελοποίηση γλώσσας (αγγλ.: *PLM / Permuted Language Modeling*):** Ίδια με την απλή μοντελοποίηση αλλά σε μια τυχαία μετάθεση ακολουθιών εισόδου. Μια μετάθεση λαμβάνεται τυχαία από όλες τις πιθανές μεταθέσεις, ενώ στη συνέχεια, ορισμένα από τα token επιλέγονται ως στόχος και το μοντέλο εκπαιδεύεται να προβλέπει αυτούς τους στόχους.
4. **Κωδικοποιητής αφαίρεσης θορύβου (αγγλ.: *DAE / Denoising Autoencoder*):** Μπορεί να λάβει μια μερικώς κατεστραμμένη είσοδο (π.χ. τυχαία δειγματοληψία token από την είσοδο και αντικατάστασή τους, τυχαία διαγραφή token από την είσοδο ή ανακάτεμα προτάσεων με τυχαία σειρά) και να στοχεύσει στην ανάκτηση της αρχικής μη παραμορφωμένης εισόδου (Qiu και συν., 2020).
5. **Αντιθετική μάθηση (αγγλ.: *CTL / contrasted learning*):** Μια συνάρτηση βαθμολογίας για ζεύγη κειμένων μαθαίνεται υποθέτοντας ορισμένα παρατηρούμενα ζεύγη κειμένου που είναι σημασιολογικά πιο όμοια από το τυχαίο δείγμα κειμένου (Vaswani και συν., 2017). Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τα εξής:
 - a. **Deep InfoMax (DIM):** Μπορεί να μεγιστοποιήσει τις αμοιβαίες πληροφορίες μεταξύ μιας αναπαράστασης εικόνας και των τοπικών περιοχών της εικόνας.
 - b. **Ανίχνευση αντικατεστημένων μονάδων (αγγλ.: *RTD / Replaced Token Detection*):** Μπορεί να προβλέψει εάν ένα token θα αντικατασταθεί δεδομένου του περιβάλλοντος χώρου.
 - c. **Πρόβλεψη επόμενης πρότασης (αγγλ.: *NSP / next sentence prediction*):** Μπορεί να εκπαιδεύσει το μοντέλο να διακρίνει εάν δύο προτάσεις εισαγωγής είναι συνεχή τμήματα από το σώμα εκπαίδευσης.
 - d. **Πρόβλεψη σειράς προτάσεων (αγγλ.: *SOP / sentence order prediction*):** Παρόμοιο με το NSP, αλλά χρησιμοποιεί δύο διαδοχικά τμήματα ως θετικά παραδείγματα και τα ίδια τμήματα αλλά με τη σειρά τους να ανταλλάσσεται ως αρνητικά παραδείγματα (Qiu και συν., 2020).

3.5. Περιορισμοί

Η αρχιτεκτονική Transformer είναι γνωστό ότι αντιμετωπίζει ορισμένα προβλήματα, καθώς μια απάντηση σε μια προτροπή χρήστη είναι πολύ συχνά ασύμβατη με τα δεδομένα εκπαίδευσης και την προτροπή της συσκευής. Υπάρχει τώρα μια τεράστια βιβλιογραφία για το φαινόμενο αυτό που ονομάζεται ψευδαισθήσεις (αγγλ.: *hallucinations*), καθώς και τη φύση, την τυπολογία και τις θεραπείες τους (Peng και συν., 2024).

Υπάρχουν βαθύτερες αιτίες του φαινομένου των παραισθήσεων που μπορούν να αποδοθούν στην αρχιτεκτονική Transformer. Οι θεωρητικοί περιορισμοί της έχουν επισημανθεί στο παρελθόν, ξεκινώντας με τον Hahn (2020) που απέδειξε ότι δεν μπορεί να αναγνωρίσει απλά μοτίβα όπως η ισοτιμία (π.χ. εάν μια φράση περιέχει ζυγό αριθμό αρνήσεων) ή οι ισορροπημένες παρενθέσεις. Ωστόσο, ορισμένες αποδείξεις, εμπνευσμένες από τη θεωρία της πολυπλοκότητας, έχουν ασυμπτωτικό χαρακτήρα και φαίνεται ότι οι αποδεδειγμένοι περιορισμοί ισχύουν μόνο για μη ρεαλιστικά μεγάλες εισροές. Στην πραγματικότητα, έχει αποδειχθεί ότι υπάρχουν μετασχηματιστές στους οποίους αυτές οι λειτουργίες μπορούν να υπολογιστούν αξιόπιστα για όλους τους πρακτικούς σκοπούς. Οι μετασχηματιστές έχουν επίσης μελετηθεί μέσω της θεωρίας της πολυπλοκότητας, με αποκορύφωμα το έργο των Merrill & Sabharwal (2023), όπου αποδείχθηκε ότι, υπολογιστικά, οι μετασχηματιστές ανήκουν σε μια μάλλον αδύναμη κατηγορία πολυπλοκότητας.

Επίσης πρόσφατα, οι Sanford et al. (2023) εντόπισαν ένα συγκεκριμένο μαθηματικό πρόβλημα που ονομάζεται 3-Matching, το οποίο δεν μπορεί να υπολογιστεί από μετασχηματιστές πολλαπλών κεφαλών. Το ευκολότερο πρόβλημα του 2-Matching μπορεί να λυθεί από την αρχιτεκτονική Transformer, αλλά δεν μπορεί να λυθεί μέσω της προσωτροφοδότησης (αγγλ.: *feed-forward*), καθιερώνοντας ένα είδος υπεροχής της Transformer έναντι των υπόλοιπων ειδών μηχανικής μάθησης, ενώ αυτά τα αρνητικά αποτελέσματα εκδηλώνονται για σχετικά μικρά μεγέθη. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρά την εννοιολογική συμβολή αυτού του αποτελέσματος, η συνάρτηση 3-Matching δεν είναι το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα των ειδών προβλημάτων που προορίζονται να λύσουν οι μετασχηματιστές.

Ο ελιγμός της αλυσίδας σκέψης (αγγλ.: *CoT / chain of thought*) είναι γνωστό ότι βοηθά στο πρόβλημα των ψευδαισθήσεων, παρακινώντας το εκάστοτε μεγάλο γλωσσικό μοντέλο να δημιουργήσει προτροπές που αναλύουν την εργασία στο χέρι σε μικρότερα βήματα που τελικά οδηγούν στη σωστή απάντηση. Πράγματι, ένα απλό σχήμα CoT μπορεί εύλογα να μετριάσει ένα αποτέλεσμα αδυναμίας σύνθεσης δημιουργώντας μια σύντομη προτροπή. Ωστόσο, υπάρχει επίσης ένα θεώρημα που υπονοεί ότι ένα στρώμα μετασχηματιστή με CoT χρειάζεται πολύ περισσότερα token στην προτροπή CoT που δημιουργείται για να λύσει το πρόβλημα σύνθεσης για μια εργασία πολλών συνθέσεων (Wei et al., 2022).

Τέλος, έχει συχνά επισημανθεί ότι είναι η ίδια η φύση της Transformer ως πιθανοτικού παραγωγού γλώσσας (αγγλ.: *probabilistic language generator*) καθιστά πιθανή την απόκλιση της από τη βάση της στα δεδομένα εκπαίδευσης και εντολών: χαρακτηριστική εδώ είναι η έρευνα των McCoy et al. (2023), όπου αποδεικνύεται μέσω εκτενούς πειραματισμού ότι οι απαντήσεις χαμηλής πιθανότητας (καθώς και οι είσοδοι χαμηλής πιθανότητας ή οι εργασίες χαμηλής πιθανότητας) είναι πιο δύσκολες στην πρόβλεψη για τους μετασχηματιστές. Γενικά, τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα μεγιστοποιούν την πιθανότητα δημιουργίας του επόμενου token, δεδομένου του πλαισίου, με τρόπο αυτόματης παλινδρόμησης, και αυτό πρέπει να συνεχιστεί ακόμα και όταν δεν υπάρχει ξεκάθαρος νικητής. Δηλαδή, το μεγάλο γλωσσικό μοντέλο παράγει εξόδους ακόμα και όταν η πιθανότητα του προβλεπόμενου token είναι χαμηλή: όταν αυτό ενταθεί, το μοντέλο θα δημιουργήσει μια σειρά από token χαμηλής πιθανότητας, με αποτέλεσμα μια αναξιόπιστη έξοδο (Peng et al., 2024).

Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που μπορεί να συμβεί αυτό. Πρώτον, όπως επισημαίνουν οι McCoy et al. (2023), τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα είναι ιδιαίτερα κακά όταν υπάρχει μικρή πιθανότητα της εισόδου, της εργασίας ή της εξόδου, ακόμα κι αν η υποκείμενη ακολουθία εκπαίδευσης είναι ντετερμινιστική. Ακόμα μια άλλη περίπτωση είναι αυτή όπου το πλαίσιο εισόδου είναι υποκαθορισμένο ή ασαφές: όταν το περιβάλλον εισόδου δεν παρέχει επαρκείς πληροφορίες για μια σαφή και βέλτιστη επιλογή συμβολικού, οι εκτιμώμενες πιθανότητες που λαμβάνονται από την εφαρμογή της συνάρτησης στην έξοδο του μετασχηματιστή κατανέμονται έτσι ώστε η διαφορά μεταξύ της υψηλότερης και των επόμενων πιθανοτήτων να είναι σχετικά μικρή, κι έτσι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα στο μοντέλο αυτόματης παλινδρόμησης να επιλεγεί το λανθασμένο token (Vaswani et al., 2017). Αυτή η κατάσταση συσχετίζεται επίσης με την περίπτωση όπου η υπό όρους εντροπία (αγγλ.: *conditional entropy*) είναι πιθανώς υψηλή. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, η δημιουργία του εσφαλμένου token είναι πιο πιθανή,

και από τη στιγμή που η ακολουθία έχει λανθασμένο επόμενο token, υπάρχει σημαντική πιθανότητα αυτό το σφάλμα να μετατραπεί σε ψευδαίσθηση (Peng et al., 2024).

4. Μοντέλα BERT

Το ισχυρό προεκπαιδευμένο μοντέλο γλώσσας που ονομάζεται BERT χρησιμοποιείται συχνά για μια ποικιλία εφαρμογών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, συμπεριλαμβανομένης της κατηγοριοποίησης κειμένου. Η βασική περιγραφή του τρόπου με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί το BERT για την ταξινόμηση κειμένου, η οποία περιλαμβάνει μια στρατηγική προεπεξεργασίας που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία token κειμένων με χρήση του εργαλείου BERT για τη μετατροπή τους σε δευτερεύουσες λέξεις (Sahoo et al., 2023). Η σχετική πολιτική απαιτεί τη χρήση της μεταβλητής SEP (separator / ελλ.: διαχωριστικό) μεταξύ των προτάσεων και την προσθήκη ειδικών token στην αρχή, όπως το CLS (classification / ελλ.: ταξινόμηση). Η ενσωμάτωση είναι ένα άλλο σχέδιο που χρησιμοποιεί το προεκπαιδευμένο μοντέλο BERT για να αποκτήσει ενσωματώσεις με βάση τα συμφραζόμενα για κάθε token στο κείμενο. Σε αυτά τα πλαίσια, η συγκέντρωση (αγγλ.: *pooling*), η οποία είναι ένα άθροισμα των ενσωματώσεων, χρησιμοποιεί συχνά τεχνικές όπως η μέση ή η μέγιστη συγκέντρωση για να ληφθεί μια αναπαράσταση σταθερού μεγέθους της αλληλουχίας εισόδου (Gon et al., 2023).

Η αρχιτεκτονική BERT αποτελείται από ένα στοιχείο μονού κωδικοποιητή που περιέχει πολλαπλά κάθετα στοιβαγμένα στρώματα. Το BERT εκπαιδεύτηκε με αυτοεπιβλεπόμενο τρόπο σε μαζικά σύνολα δεδομένων, αποκτώντας μια στατιστική κατανόηση της γλώσσας και μπορούσε να λειτουργήσει ως γλωσσικό μοντέλο (Naveed et al., 2023). Υπάρχουν πολλές παραλλαγές μοντέλων BERT που έχουν προ-εκπαιδευτεί σε διαφορετικούς τύπους συνόλων δεδομένων (όπως νομικά, βιοϊατρικά, επιστημονικά κ.ο.κ.). Πολλές από αυτές τις παραλλαγές μοντέλων έχουν βελτιωμένα χαρακτηριστικά επιδόσεων (όπως τα RoBERTa, ALBERT και DistilBERT) και έχουν προ-εκπαιδευτεί από μεγάλους οργανισμούς που στη συνέχεια διέθεσαν τα μοντέλα αυτά για γενική χρήση. Δεδομένου ότι η προ-εκπαίδευση είναι μια δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία, η διαθεσιμότητα μιας πληθώρας τέτοιων μοντέλων αποτελεί μεγάλο όφελος για την κοινότητα (Clark et al., 2019).

Το επίπεδο ταξινόμησης χρησιμοποιείται για την εκτέλεση της εργασίας ταξινόμησης πάνω από τη ομαδοποιημένη αναπαράσταση για κάποια συγκεκριμένη εργασία (π.χ. ανάλυση συναισθήματος, ανίχνευση ανεπιθύμητων μηνυμάτων). Το μοντέλο στο επισημασμένο σύνολο δεδομένων έχει ρυθμιστεί με ακρίβεια και χρειάζεται να επανενεργοποιηθούν ορισμένα στρώματα BERT για καλύτερη προσαρμογή σε συγκεκριμένες εργασίες (Sahoo και συν., 2023). Ολόκληρο το μοντέλο που προετοιμάστηκε με αυτόν τον τρόπο υποβάλλεται σε μια φάση εκπαίδευσης στο καθορισμένο σύνολο δεδομένων με προσαρμογή των βαρών του στρώματος ταξινόμησης και πιθανώς των τελειοποιημένων στρωμάτων BERT, ακολουθώντας τελικά μια διαδικασία επικύρωσης για τα σχετικά δεδομένα για να δείξει τις δυνατότητες απόδοσής του. Το εκπαιδευμένο μοντέλο χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τη διεξαγωγή της διαδικασίας πρόβλεψης σε νέες, μη εμφανείς βιβλιοθήκες δοκιμών, ενώ παράλληλα παρέχει εύχρηστες διεπαφές για εργασία με BERT και άλλα μοντέλα που βασίζονται σε μετασχηματιστές. Η απόδοση του μοντέλου μπορεί να βελτιωθεί με την ενσωμάτωση της μοναδικής διαδικασίας μάθησης μεταφοράς ή υιοθέτησης τομέα με υποστήριξη σημαντικών ποσοτήτων επισημασμένων δεδομένων (Ciniselli et al., 2021).

Είναι ενδιαφέρον ότι το πρώτο μοντέλο GPT από την OpenAI προηγήθηκε του BERT και είχε επίσης επιρροή στην ανάπτυξή του. Το OpenAI χρησιμοποίησε γλωσσική μοντελοποίηση, η οποία είναι μια εργασία μάθησης χωρίς επίβλεψη που προβλέπει την επόμενη λέξη σε μια δεδομένη αποστολή (Gon et al., 2023).

4.1. Ιδιότητες

Το BERT έχει κερδίσει δημοτικότητα στην κοινότητα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας ως εργαλείο για την ανάπτυξη μοντέλων αιχμής. Πολλοί ερευνητές έχουν βελτιστοποιήσει το BERT για συγκεκριμένες εργασίες, με αποτέλεσμα ακόμη καλύτερα αποτελέσματα και νέες ανακαλύψεις NLP. Ο σχεδιασμός BERT βασίζεται στην αρχιτεκτονική μετασχηματιστή της Google, η οποία κυκλοφόρησε το 2017 για τη διεκπεραίωση μεγάλων φόρτων εργασίας επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Qin et al., 2009). Η BERT επεκτείνει την αρχιτεκτονική του μετασχηματιστή για να επιτρέψει αμφίδρομη εκπαίδευση σε βαθύ νευρωνικό δίκτυο για μοντελοποίηση γλώσσας. Ο κωδικοποιητής και οι εργασίες προεκπαίδευσης είναι τα δύο κύρια στοιχεία της αρχιτεκτονικής BERT (Sahoo και συν., 2023).

1. **Κωδικοποιητής:** Ο κωδικοποιητής αποτελείται από μια στοίβα στρωμάτων μετασχηματιστή, όπου η καθεμία διαθέτει δύο υποστρώματα. Το αρχικό υποστρώμα αποτελείται από έναν

μηχανισμό αυτοπροσοχής πολλαπλών κεφαλών, ο οποίος επιτρέπει στο μοντέλο να επιλέξει και να επικεντρωθεί σε διάφορα τμήματα της ακολουθίας εισόδου για να δημιουργήσει μια αναπαράσταση για κάθε λέξη της ακολουθίας. Το δεύτερο υποστρώμα είναι ένα νευρωνικό δίκτυο τροφοδοσίας που εκτελεί μια μη γραμμική αλλαγή στην έξοδο του υποστρώματος αυτοπροσοχής (Lu et al., 2019).

2. **Εργασίες προεκπαίδευσης:** Το μοντέλο BERT έχει ήδη λάβει εκπαίδευση για δύο εργασίες: την πρόβλεψη επόμενης πρότασης και τη μοντελοποίηση γλώσσας με μάσκες. Το MLM καλύπτει τυχαία ένα μέρος των token εισόδου και εκπαιδεύει το μοντέλο να διακρίνει μεταξύ των πραγματικών token και των μασκών, γεγονός που επιτρέπει στο μοντέλο να μάθει τις συνδέσεις μεταξύ των διαφόρων λέξεων στη φράση και του πλαισίου τους. Το NSP προβλέπει εάν ή αν δύο προτάσεις εισαγωγής είναι διαδοχικές, βοηθώντας το μοντέλο να μάθει τους δεσμούς μεταξύ διαφορετικών προτάσεων (Sahoo et al., 2023).
3. **Αναπαραστάσεις εισόδου / εξόδου:** Προκειμένου το BERT να χειρίζεται μια ποικιλία από εργασίες, η αναπαράσταση εισόδου αντιμετωπίζεται με πολύ συγκεκριμένο τρόπο. Το BERT πρέπει να είναι σε θέση να χειρίζεται πολλές προτάσεις και να διαφοροποιεί μεταξύ τους (όπως στην πρόβλεψη επόμενης πρότασης, στην απάντηση ερωτήσεων και στα συμπεράσματα φυσικής γλώσσας – αγγλ.: *NLI / Natural Language Inference*). Αυτό γίνεται με δύο τρόπους:
 - a. Πρώτον, το BERT διαχωρίζει τις δύο προτάσεις με ένα ειδικό token διαχωρισμού (SEP).
 - b. Δεύτερον, το BERT προσθέτει ένα τμήμα που κωδικοποιεί σε κάθε token που υποδεικνύει αν ανήκει στην πρόταση Α ή στην πρόταση Β.

Το πρώτο token κάθε ακολουθίας εισόδου στο BERT πρέπει να είναι το ειδικό token ταξινόμησης (CLS). Η τελική κρυφή κατάσταση που αντιστοιχεί σε αυτό το token χρησιμοποιείται ως αναπαράσταση συγκεντρωτικής ακολουθίας για εργασίες ταξινόμησης.

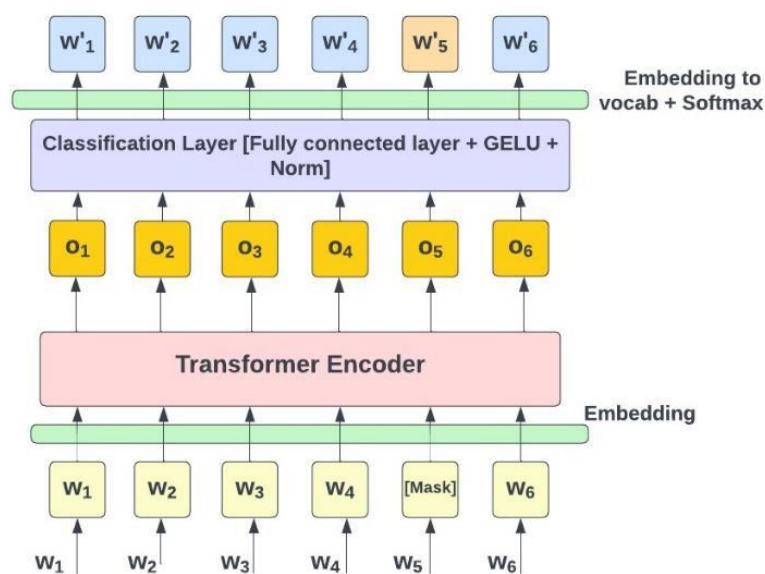
Η αυτοπροσοχή σε ένα μοντέλο μετασηματιστή υπολογίζεται για κάθε λέξη σε μια ακολουθία ταυτόχρονα, αλλά η φυσική γλώσσα είναι εξαιρετικά διαδοχική. Αυτό σημαίνει ότι το BERT χρειάζεται κάποιο τρόπο κωδικοποίησης της διαδοχικής φύσης μιας πρότασης, η οποία γίνεται με κωδικοποίηση θέσης, όπως φαίνεται από τους Vaswani et al. (2017).

Οι ενσωματώσεις εισόδου είναι το άθροισμα της κωδικοποίησης token, των κωδικοποιήσεων τμηματοποίησης και των κωδικοποιήσεων θέσης. Εφόσον το BERT επεξεργάζεται κάθε λέξη σε μια ακολουθία εισαγωγής παράλληλα, απαιτεί κάθε πρόταση να έχει το ίδιο μήκος. Αυτό επιτυγχάνεται ορίζοντας ένα μέγιστο μήκος και είτε συμπληρώνοντας μικρότερες προτάσεις με το ειδικό token PAD (ελλ.: *συμπλήρωση*) είτε περικόπτοντας μεγαλύτερες προτάσεις (Cerwall, 2021).

Οι εργασίες NLP εκτελούνται κατά τη διάρκεια της μικρορύθμισης, οι είσοδοι για συγκεκριμένες εργασίες τροφοδοτούνται σε ένα προεκπαιδευμένο μοντέλο BERT και η έξοδος του μοντέλου τροφοδοτείται σε έναν ταξινομητή για να γίνει η τελική εκτίμηση. Η μικρορύθμιση επιτρέπει στο μοντέλο να προσαρμόζεται σε διαφορετικές εργασίες και να έχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα (Devlin et al., 2019). Η αναπαράσταση εισόδου του BERT χρησιμοποιεί τρία επίπεδα ενσωμάτωσης:

- ❖ **Ενσωμάτωση token (αγγλ.: *Token embedding*):** Ο αλγόριθμος BERT μετατρέπει τις συλλαβές σε διανυσματική αναπαράσταση 768 διαστάσεων. Για να χρησιμεύσουν ως αναπαραστάσεις εισόδου για εργασίες ταξινόμησης και για διαχωρισμό κειμένων εισαγωγής, τα token CLS και SEP προστίθενται στην αρχή και στο τέλος της πρότασης με token. Το μοντέλο BERT χρησιμοποιεί τον δημιουργό token WordPiece, που του επιτρέπει να αποθηκεύει μόνο 30.522 λέξεις και να συναντά μη λεξιλογικούς όρους σπάνια (Sahoo et al., 2023).
- ❖ **Ενσωματώσεις τμηματοποίησης (αγγλ.: *Segmentation embeddings*):** Το BERT μπορεί να εκτελέσει εργασίες ταξινόμησης όταν δίνονται δύο κείμενα ως είσοδο. Ένα παράδειγμα αυτού θα ήταν η ταξινόμηση της σημασιολογικής ομοιότητας δύο κειμένων, όπου το κείμενο συνενώνεται και αποστέλλεται στο BERT, το οποίο χρησιμοποιεί την ενσωμάτωση τμήματος για να το διαφοροποιήσει. Το στρώμα ενσωμάτωσης τμήματος αποτελείται από δύο μόνο διανυσματικές αναπαραστάσεις: η πρώτη εκχωρείται σε token εισόδου 1 και η δεύτερη σε token εισόδου 2 (Tsai et al., 2019).

- ❖ **Ενσωματώσεις θέσης (αγγλ.: *Positional embeddings*):** Το BERT χρησιμοποίησε μαθημένες ενσωματώσεις θέσης χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες μετασχηματιστή που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των κωδικοποιήσεων θέσης. Αυτή η εφαρμογή ενσωματώσεων θέσης λαμβάνει υπ' όψη τόσο τις απόλυτες όσο και τις σχετικές θέσεις, κάτι που επιτυγχάνεται με την προσθήκη μιας ημιτονοειδούς συνάρτησης που εξαρτάται από τη θέση του token i στην ακολουθία προτάσεων και j για τη θέση του χαρακτηριστικού ενσωμάτωσης στη διανυσματική αναπαράσταση 768 διαστάσεων των λέξεων. Αυτό οδηγεί σε ελαφρώς διαφορετικές θέσεις για την ίδια λέξη σε διαφορετικά σημεία (Sahoo et al., 2023).



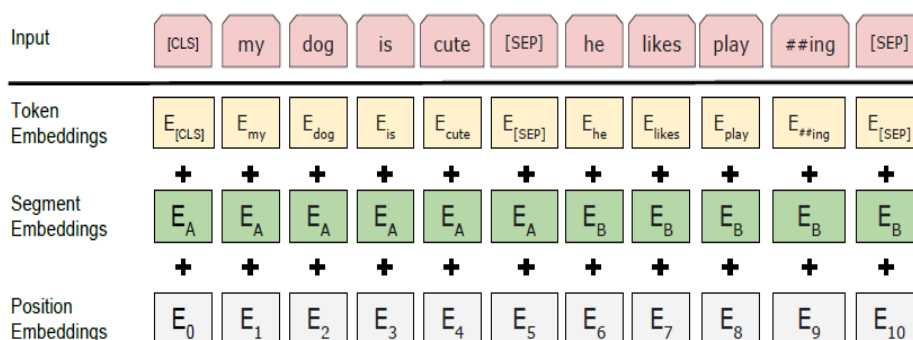
Εικόνα 4: Διάγραμμα αρχιτεκτονικής μοντέλου BERT. Πηγή: Sahoo et al., 2023

4.2. Διεργασίες

4.2.1. Προεκπαίδευση

- ⇒ **Μοντελοποίηση γλώσσας με μάσκες:** Στο χώρο της πληροφορικής είθισται να πιστεύεται ότι ένα αμφίδρομο μοντέλο είναι αυστηρά πιο ισχυρό είτε από ένα μοντέλο από αριστερά προς τα δεξιά είτε από τη συνένωση ενός μοντέλου από αριστερά προς τα δεξιά και από ένα μοντέλο από δεξιά προς τα αριστερά. Ωστόσο, τα τυπικά μοντέλα γλώσσας υπό όρους μπορούν να εκπαιδευτούν μόνο από τα αριστερά προς τα δεξιά ή από τα δεξιά προς τα αριστερά, καθώς η αμφίδρομη ρύθμιση θα επέτρεπε σε κάθε λέξη να «βλέπει τον εαυτό της» έμμεσα και το μοντέλο θα μπορούσε να προβλέψει ασήμαντα τη λέξη – στόχο σε ένα πολυεπίπεδο πλαίσιο (Devlin και συν., 2019). Προκειμένου να δημιουργηθεί μια αμφίδρομη αναπαράσταση, κάποιο ποσοστό των token εισόδου πρέπει να καλυφθεί τυχαία και στη συνέχεια να προβλεφθούν αυτά τα καλυμμένα token. Αυτή η διαδικασία αναφέρεται ως μοντελοποίηση γλώσσας με μάσκες, αν και συχνά αναφέρεται ως εργασία Cloze στη βιβλιογραφία (Taylor, 1953). Σε αυτήν την περίπτωση, τα τελικά κρυφά διανύσματα που αντιστοιχούν στα token μάσκας τροφοδοτούνται σε ένα softmax εξόδου πάνω από το λεξιλόγιο, όπως σε μια τυπική μοντελοποίηση γλώσσας. Στα περισσότερα πειράματα, περίπου το 15% όλων των token WordPiece καλύπτεται σε κάθε ακολουθία τυχαία. Σε αντίθεση με την απενεργοποίηση των αυτόματων κωδικοποιητών, μόνο οι καλυμμένες λέξεις προβλέπονται και όχι ολόκληρη η είσοδος που ανακατασκευάζεται (Vincent et al., 2008). Αν και αυτό επιτρέπει τη δημιουργία ενός αμφίδρομου προ-εκπαιδευμένου μοντέλου, ένα μειονέκτημα είναι ότι δημιουργείται μια αναντιστοιχία μεταξύ της προ-εκπαίδευσης και της λεπτομέρειας, καθώς το token MASK δεν εμφανίζεται κατά τη λεπτομέρεια. Για να μετριαστεί αυτό, οι καλυμμένες λέξεις δεν πρέπει πάντα να αντικαθίστανται από τα πραγματικά token MASK. Η γεννήτρια δεδομένων εκπαίδευσης επιλέγει τυχαία το 15% των θέσεων token για πρόβλεψη (Tsai et al., 2019).
- ⇒ **Πρόβλεψη επόμενης πρότασης:** Πολλές σημαντικές εργασίες, όπως η απάντηση ερωτήσεων και τα συμπεράσματα φυσικής γλώσσας, βασίζονται στην κατανόηση της σχέσης μεταξύ δύο προτάσεων, η οποία δεν αποτυπώνεται άμεσα από τη μοντελοποίηση της γλώσσας. Προκειμένου να δημιουργηθεί ένα μοντέλο που κατανοεί τις σχέσεις μεταξύ των προτάσεων, πρέπει να πραγματοποιηθεί κάποια προεκπαίδευση για μια δυαδική εργασία πρόβλεψης

επόμενης πρότασης που μπορεί να δημιουργηθεί από οποιοδήποτε μονόγλωσσο σώμα (Devlin et al., 2019). Συγκεκριμένα, κατά την επιλογή των προτάσεων A και B για κάθε παράδειγμα εκπαίδευσης, το 50% του χρόνου B είναι η πραγματική επόμενη πρόταση που ακολουθεί το A (με την ετικέτα *IsNext*) και το 50% των φορές είναι μια τυχαία πρόταση από το σώμα (με ετικέτα ως *NotNext*), ενώ το C χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη επόμενης πρότασης. Παρά την απλότητά του, η προεκπαίδευση για αυτήν την εργασία είναι πολύ επωφελής τόσο για την απάντηση ερωτημάτων όσο και για τα συμπεράσματα φυσικής γλώσσας (Azizah et al., 2023). Η πρόβλεψη σχετίζεται στενά με τους στόχους εκμάθησης αναπαράστασης που χρησιμοποιούνται στο Jernite et al. (2017) και Logeswaran & Lee (2018). Ωστόσο, σε προηγούμενη εργασία, μόνο οι ενσωματώσεις προτάσεων μεταφέρονται σε διαδοχικές εργασίες, όπου το BERT μεταφέρει όλες τις παραμέτρους για να αρχικοποιήσει τις παραμέτρους του μοντέλου τελικής εργασίας.



Εικόνα 5: Αναπαράσταση εισόδου BERT. Πηγή: Devlin et al., 2019

4.2.2. Ακριβής Ρύθμιση

Η ακριβής ρύθμιση (αγγλ.: *fine-tuning*) είναι μια σχετικά απλή διαδικασία, καθώς ο μηχανισμός αυτοπροσοχής της αρχιτεκτονικής Transformer επιτρέπει στο BERT να μοντελοποιεί πολλές διαδοχικές εργασίες, είτε αφορούν μεμονωμένα κείμενα είτε ζεύγη κειμένων, εναλλάσσοντας τις κατάλληλες εισόδους και εξόδους. Για εφαρμογές που περιλαμβάνουν ζεύγη κειμένου, ένα κοινό μοτίβο είναι η ανεξάρτητη κωδικοποίηση ζευγών κειμένου πριν από την εφαρμογή αμφίδρομης διασταυρούμενης προσοχής, όπως τόνισαν οι Parikh et al. (2016) και Seo et al. (2017). Αντίθετα, το BERT χρησιμοποιεί τον μηχανισμό αυτοπροσοχής για να ενοποιήσει αυτά τα δύο στάδια, καθώς η κωδικοποίηση ενός συνδυασμένου ζεύγους κειμένου με αυτοπροσοχή περιλαμβάνει αποτελεσματικά αμφίδρομη διασταυρούμενη προσοχή μεταξύ δύο προτάσεων (Devlin και συν., 2019).

Για κάθε εργασία, οι εισόδοι και οι έξοδοι της συγκεκριμένης εργασίας συνδέονται στο BERT και όλες οι παράμετροι ρυθμίζονται από άκρο σε άκρο. Στην είσοδο, η πρόταση A και η πρόταση B από την προ-κατάρτιση είναι ανάλογες με: α) ζεύγη προτάσεων στην παράφραση, β) ζεύγη υπόθεσης – προκαταβολής στη συνεπαγωγή, γ) ζεύγη ερώτησης – αποσπάσματος στην απάντηση ερωτημάτων και δ) ζεύγος εκφυλισμένου κειμένου σε ταξινόμηση κειμένου ή επισήμανση ακολουθίας. Στην έξοδο, οι αναπαραστάσεις του token τροφοδοτούνται σε ένα επίπεδο εξόδου για εργασίες σε επίπεδο token, όπως η προσθήκη ετικετών ακολουθίας ή η απάντηση ερωτήσεων, και η αναπαράσταση CLS τροφοδοτείται σε ένα επίπεδο εξόδου για ταξινόμηση, όπως ανάλυση συνεπειών ή συναισθήματος (Karavangeli, 2023).

Σε σύγκριση με την προ-εκπαίδευση, η ακριβής ρύθμιση είναι σχετικά φθηνή, καθώς όλα τα αποτελέσματα μπορούν να αναπαραχθούν το πολύ σε μία ώρα σε μία μόνο μονάδα επεξεργασίας τανυστή (αγγλ.: *TPU / Tensor Processing Unit*) ή σε λίγες ώρες σε μια μονάδα επεξεργασίας γραφικών (αγγλ.: *GPU / Graphics Processing Unit*), ξεκινώντας από το ίδιο ακριβώς προεκπαιδευμένο μοντέλο (Clark και συν., 2019).

4.3. Αρχιτεκτονική και Μεγέθη

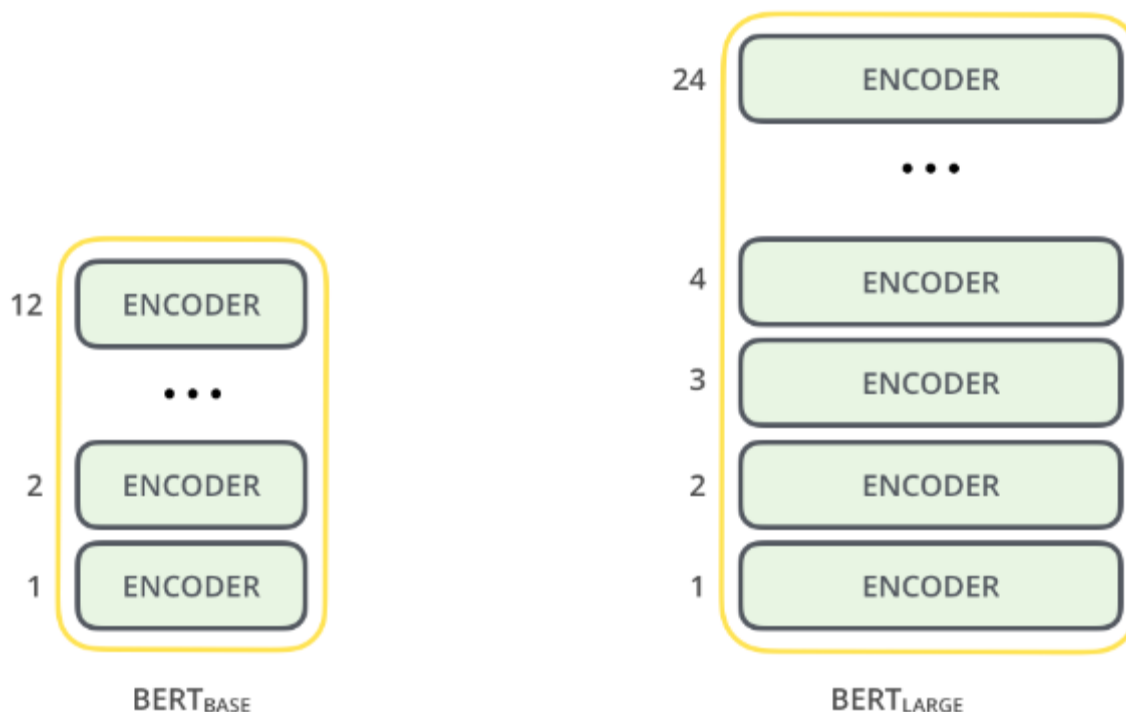
Το BERT είναι εξαιρετικά χρήσιμο και αποτελεσματικό σε μια ποικιλία εργασιών NLP χάρη στην ενοποιημένη αρχιτεκτονική του, η οποία περιλαμβάνει την αρχιτεκτονική του πυρήνα. Ο πυρήνας του μοντέλου είναι στην πραγματικότητα ένας πολυεπίπεδος αμφίδρομος κωδικοποιητής μετασχηματιστή,

αν και δεν έχει το τμήμα αποκωδικοποιητή της αρχιτεκτονικής Transformer, αφού το BERT δεν δημιουργεί κείμενο. Όλες οι προ-εκπαιδευμένες παράμετροι και βάρη αποτελούν μέρος του πυρήνα, και όταν πρόκειται για την τελειοποίηση του BERT σε κάποια εργασία, ορισμένα πρόσθετα στρώματα εισάγονται σε αυτόν: έτσι, η τελική αρχιτεκτονική διαφέρει ελαφρώς από την προεκπαιδευμένη (Karavangeli, 2023).

Οι Devlin et al. (2019) παρουσιάζουν δύο μεγέθη μοντέλων για το BERT:

- Βασικό BERT: Ενσωματώνει 12 επίπεδα κωδικοποιητή και 12 κεφαλές προσοχής, ενώ τα νευρωνικά δίκτυα προσωτροφοδότησης (αγγλ.: *FNN / feed-forward neural networks*) έχουν 768 κρυφές μονάδες. Διαθέτει συνολικά 110 εκατομμύρια εκπαιδευσιμες παραμέτρους.
- Μεγάλο BERT: Ενσωματώνει 24 επίπεδα κωδικοποιητή και 16 κεφαλές προσοχής, ενώ τα FNN έχουν 1024 κρυφές μονάδες. Διαθέτει 340 εκατομμύρια εκπαιδευσιμες παραμέτρους.

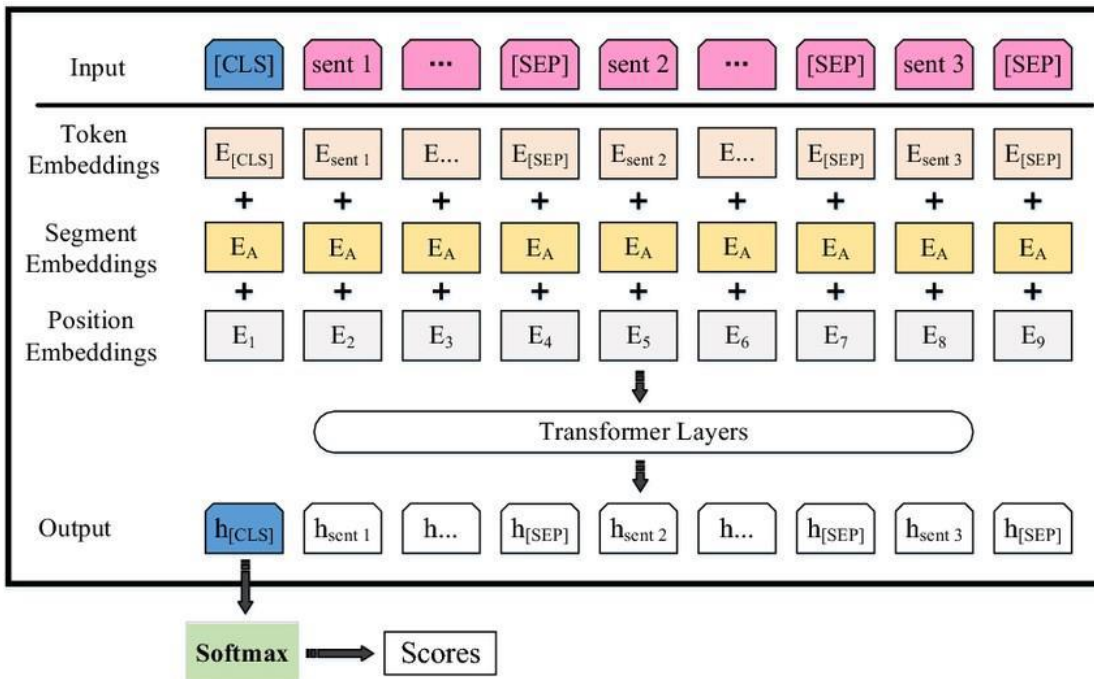
Και τα δύο είναι πολύ μεγαλύτερα από το αρχικό Transformer και υπάρχουν εκδόσεις με διάκριση πεζών – κεφαλαίων και για τα δύο μοντέλα, καταλήγοντας σε συνολικά τέσσερα διαφορετικά μοντέλα. Δεδομένου του τεράστιου αριθμού των παραμέτρων που χρησιμοποιεί κάθε μοντέλο και λαμβάνοντας υπόψη ότι οι υπολογισμοί έχουν υψηλή πολυπλοκότητα (δεν είναι σταθεροί ή γραμμικοί), μπορεί να ειπωθεί ότι ο χρόνος που απαιτείται για την εκπαίδευση ή τη λεπτομερή ρύθμιση αυτών των μοντέλων αυξάνεται σημαντικά, όταν τα σεντ εκπαίδευσης είναι μεγάλα (Karavangeli, 2023).



Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική υψηλού επιπέδου των δύο πρώτων μοντέλων BERT. Πηγή: Karavangeli, 2023

4.4. Ροή Εργασιών

Το BERT δέχεται ακολουθίες εισόδου με συγκεκριμένο τρόπο, γεγονός που του επιτρέπει να υλοποιεί τις διάφορες διαδοχικές εργασίες αλλάζοντας μόνο τα τελευταία ένα ή δύο επίπεδα στην αρχιτεκτονική προκειμένου να είναι συμβατό με την εργασία, και όχι αλλάζοντας τον υπόλοιπο πυρήνα.



Εικόνα 7: Δομή εισόδου και εξόδου για BERT. Πηγή: Karavangeli, 2023

Το BERT δέχεται μια πρόταση ή ένα ζευγάρι προτάσεων ως εισαγωγή. Και στις δύο περιπτώσεις, θα το αναφέρουμε ως ακολουθία εισόδου. Οι λέξεις της ακολουθίας αντιπροσωπεύονται από ενσωματώσεις WordPiece με γνωστό λεξιλόγιο 30.000 token, το οποίο δημιουργήθηκε από ένα tokenizer (κατάλληλο για μοντέλα στυλ BERT), το οποίο μετατρέπει τις λέξεις σε ενσωματώσεις WordPiece (Token Embeddings) (Wu et al., 2016). Το πρώτο token κάθε ακολουθίας είναι πάντα ένα ειδικό token ταξινόμησης (CLS), ενώ το τελευταίο token είναι ένα άλλο ειδικό token διαχωρισμού (SEP). Ο μέγιστος αριθμός token που μπορεί να υποστηρίξει το BERT είναι 512. Εάν η ακολουθία είναι ένα ζευγάρι προτάσεων, τότε το ειδικό token SEP προστίθεται μεταξύ των δύο προτάσεων ώστε να ξεχωρίζουν, ενώ οι ενσωματώσεις τμημάτων προστίθενται επίσης στην είσοδο, δηλώνοντας εάν ένα token ανήκει στην πρώτη ή στη δεύτερη πρόταση. Τέλος, η είσοδος περιλαμβάνει ενσωματώσεις θέσης για τα token, τα οποία καταγράφουν τη θέση κάθε token σε σύγκριση με τα άλλα (Cerwall, 2021).

Η έξοδος του BERT είναι μια ακολουθία διανυσμάτων κρυφών μονάδων μεγέθους (768 ή 1024) καθένα από τα οποία είναι μια αναπαράσταση του αντίστοιχου token εισόδου. Το πρώτο διάνυσμα στην ακολουθία εξόδου αντιστοιχεί στο πρώτο token στην ακολουθία εισόδου, το δεύτερο διάνυσμα στο δεύτερο token κλπ. (Karavangeli, 2023).

4.5. Χαρακτηριστικά Μοντέλα

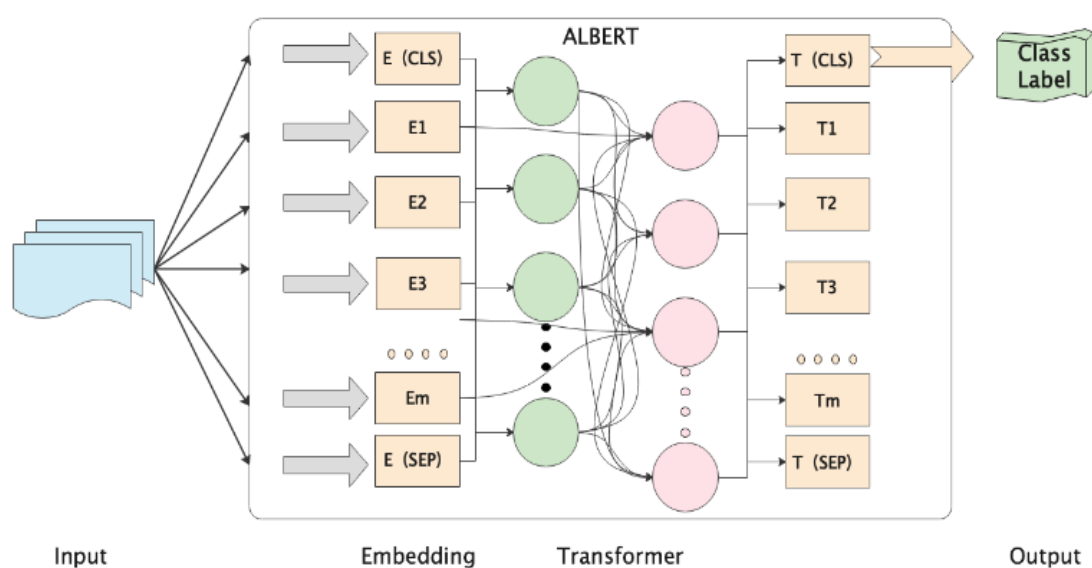
4.5.1. ALBERT

Το ALBERT, ή A Lite BERT, είναι ένα προεκπαιδευμένο μοντέλο που αναπτύχθηκε από την Google το 2020 και αποτελεί μια ελαφρύτερη παραλλαγή του BERT που παρουσιάστηκε αρχικά το 2018. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιεί την αρχιτεκτονική του Transformer για την προεκπαίδευση σε δεδομένα κειμένου, αλλά έχει μικρότερο αριθμό παραμέτρων από το BERT, επιτρέποντας τη χρήση του σε συσκευές με περιορισμένους πόρους ή με χαμηλότερες ταχύτητες επεξεργασίας (Li et al., 2020).

Το ALBERT χρησιμοποιεί δύο τεχνικές μείωσης παραμέτρων για την εξάλειψη των βασικών περιορισμών για την κλιμάκωση των προεκπαιδευμένων μοντέλων. Η πρώτη τεχνική χρησιμοποιεί παραμετροποίηση παραγοντοποιημένης ενσωμάτωσης (αγγλ.: *factorized embedding parameterization*), η οποία διαιρεί τον τεράστιο πίνακα εισαγωγής λεξιλογίου σε δύο μικρότερους πίνακες για να διαχωρίσει τα μεγέθη του κρυφού στρώματος και του ενσωματωμένου λεξιλογίου. Εξαιτίας αυτού, η αύξηση του κρυφού μεγέθους γίνεται πιο απλή χωρίς να αυξάνεται σημαντικά η παράμετρος ενσωμάτωσης λεξιλογίου. Η δεύτερη προσέγγιση συνεπάγεται κοινή χρήση παραμέτρων μεταξύ των επιπέδων, κάτι που συνεπάγεται μη αύξηση των παραμέτρων (Lan et al., 2020).

Η αρχιτεκτονική ALBERT περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

- **Ενσωμάτωση στρωμάτων:** Στο πρώτο επίπεδο, οι λέξεις στις προτάσεις μετατρέπονται σε διανυσματικές αναπαραστάσεις σε ένα συγκεκριμένο διαστατικό χώρο μέσω διαδικασιών συμβολοποίησης και ενσωμάτωσης.
- **Στρώματα κωδικοποιητή μετασχηματιστών:** Το κείμενο υποβάλλεται σε επεξεργασία μέσω μιας σειράς επιπέδων κωδικοποιητή Transformer. Κάθε στρώμα αποτελείται από πολλά υπο-επίπεδα όπως αυτοπροσοχή, νευρωνικό δίκτυο τροφοδοσίας και υπολειπόμενες συνδέσεις και κανονικοποίηση (Azizah et al., 2023).
- **Στρώματα συγκέντρωσης:** Αφού περάσει μέσα από στρώματα κωδικοποιητή πολλαπλών μετασχηματιστών, η αναπαράσταση εξόδου κάθε token σε μια ακολουθία συνδυάζεται μέσω της αξιοποίησης τεχνικών συγκέντρωσης όπως η μέση συγκέντρωση ή η μέγιστη συγκέντρωση για να παραχθεί μια αναπαράσταση μεμονωμένου διανύσματος.
- **Στρώματα εξόδου:** Στη συνέχεια, η ενιαία διανυσματική αναπαράσταση που προκύπτει από τη συγκέντρωση εισάγεται στο πλήρως συνδεδεμένο επίπεδο για να γίνουν προβλέψεις τάξης (Karavangeli, 2023).



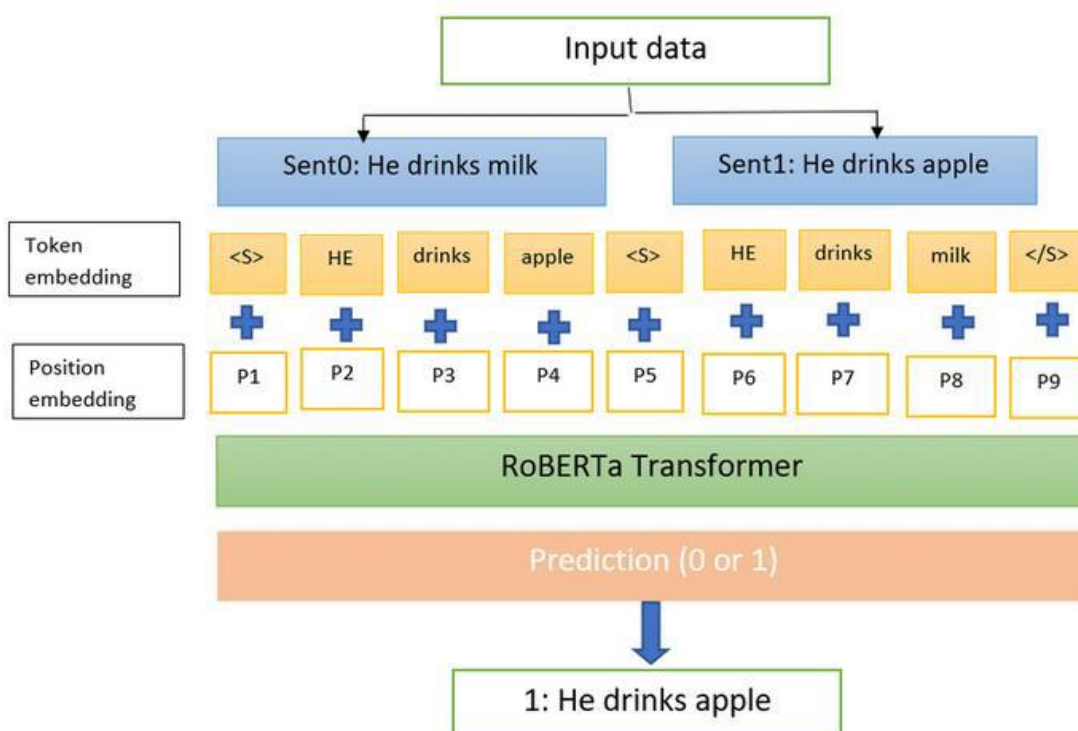
Εικόνα 8: Αρχιτεκτονική του ALBERT. Πηγή: Azizah et al., 2023

Μέσω της σημαντικής μείωσης του αριθμού των παραμέτρων για το BERT και της παράλληλης διατήρησης επαρκούς απόδοσης, και οι δύο μέθοδοι βελτιώνουν την απόδοση των παραμέτρων. Με 18 φορές λιγότερες παραμέτρους και διάρκεια προπόνησης περίπου 1,7 φορές ταχύτερη, η διαμόρφωση ALBERT, η οποία είναι συγκρίσιμη με το μεγαλύτερο μοντέλο του BERT, είναι ταχύτερη. Οι τεχνικές για τη μείωση των παραμέτρων χρησιμεύουν ως ένας τύπος τακτοποίησης που σταθεροποιεί την εκπαίδευση και προάγει τη γενίκευση (Azizah και συν., 2023).

4.5.2. RoBERTa

Η στιβαρά βελτιστοποιημένη προσέγγιση BERT (RoBERTa) είναι ένα από τα μοντέλα επεξεργασίας φυσικής γλώσσας που αναπτύχθηκαν από την έρευνα τεχνητής νοημοσύνης του Facebook (αγγλ.: FAIR / Facebook Artificial Intelligence Research) το 2019. Πρόκειται για μια ανάπτυξη του μοντέλου BERT που έχει αποδειχθεί επιτυχημένη σε διάφορες εργασίες επεξεργασίας γλώσσας και είναι παρόμοια στη δομή με το BERT, αλλά χρησιμοποιεί πιο εξελιγμένες τεχνικές εκπαίδευσης και μεγαλύτερα δεδομένα για να επιτύχει καλύτερη απόδοση σε εργασίες επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, όπως κατανόηση φυσικής γλώσσας, ανάλυση συναισθήματος και ανίχνευση γλωσσών (Clark και συν., 2019). Το RoBERTa έχει γίνει ένα από τα κορυφαία μοντέλα NLP σήμερα και χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορες εφαρμογές που απαιτούν καλύτερη και ακριβέστερη επεξεργασία φυσικής γλώσσας, έτσι ώστε, παρόλο που δεν είναι άμεσα αλγόριθμος, κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας τον συγκεκριμένο αλγόριθμο εκπαίδευσης που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία δεδομένων και την παραγωγή ορισμένων εξόδων [9]. Επομένως, το

RoBERTa μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως μία από τις υλοποιήσεις των αλγορίθμων βαθιάς μάθησης στον τομέα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Gon και συν., 2023).



Εικόνα 9: Η λεπτομέρεια της ενσωμάτωσης του στρώματος στο RoBERTa. Πηγή: Azizah, 2023

Μία από τις κύριες διαφορές μεταξύ RoBERTa και BERT είναι η τεχνική προ-προπόνησης που χρησιμοποιείται. Το BERT εκπαιδεύεται χρησιμοποιώντας τεχνικές μοντελοποίησης γλωσσών με μάσκες, όπου ορισμένες λέξεις σε μια πρόταση είναι κωδικοποιημένες και το μοντέλο πρέπει να προβλέψει τις λέξεις που λείπουν. Επιπλέον, το RoBERTa χρησιμοποιεί πιο βέλτιστες τεχνικές προ-εκπαίδευσης MLM, απορρίπτοντας τεχνικές όπως η πρόβλεψη επόμενης πρότασης (Cerwall, 2021). Η τεχνική προεκπαίδευσης RoBERTa περιλαμβάνει επίσης μεγαλύτερη διάρκεια εκπαίδευσης και μεγαλύτερο σύνολο δεδομένων, με αποτέλεσμα ένα μοντέλο ανώτερο στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Επιπλέον, το RoBERTa εκπαιδεύεται επίσης χρησιμοποιώντας πιο εξελιγμένες και πιο ποικίλες τεχνικές αύξησης δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της αλλαγής σειράς προτάσεων και τυχαιοποίησης token, γεγονός που το βοηθά να κατανοήσει καλύτερα το πλαίσιο και τις σχέσεις μεταξύ των λέξεων σε προτάσεις. Αν και το RoBERTa υπερέρχει το BERT σε ορισμένες εργασίες επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, τα δύο μοντέλα είναι παρόμοια στην αρχιτεκτονική και τις βασικές αρχές τους (Karavangeli, 2023).

4.5.3. DistilBERT

Το DistilBERT είναι ένα άλλο μοντέλο της οικογένειας BERT που βασίζεται στην αρχιτεκτονική Transformer. Γενικά, τα μοντέλα βαθιάς μάθησης, και ιδιαίτερα τα Transformers, είναι μεγάλα μοντέλα με υψηλή υπολογιστική πολυπλοκότητα, και όσο μεγαλύτερα είναι τα σύνολα δεδομένων ή όσο πιο σύνθετη είναι η αρχιτεκτονική του μοντέλου, τόσο περισσότερος χρόνος χρειάζεται για την προεκπαίδευση και τη λεπτομέρειά τους. Αυτός είναι ένας περιορισμός που αφορά τα μοντέλα βαθιάς μάθησης, και για το λόγο αυτό έχει διεξαχθεί (και εξακολουθεί να διεξάγεται) έρευνα σε μια προσπάθεια να βρεθούν τρόποι και τεχνικές για να γίνουν τα μοντέλα πιο γρήγορα χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα των αποτελεσμάτων (Sanh et al., 2019).

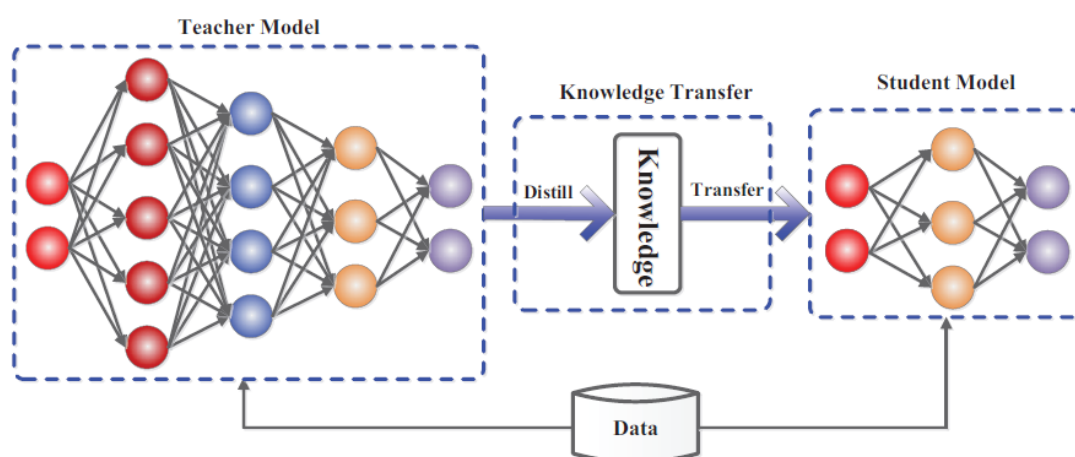
Η μεταφορά μάθησης (TL) είναι μια δημοφιλής και αποτελεσματική στρατηγική στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας για τη μόχλευση της γνώσης από προεκπαιδευμένα μοντέλα σε γενικές εργασίες, προκειμένου να ενισχυθεί η απόδοση σε διάφορες μεταγενέστερες εργασίες. Έτσι, οι Sanh et al. (2020) πρότειναν το DistilBERT, που είναι ένα μοντέλο παρόμοιο με το BERT, με τη διαφορά ότι είναι μικρότερο σε μέγεθος, ταχύτερο και φθηνότερο στους υπολογισμούς. Έδειξαν ότι ένα μικρότερο γλωσσικό μοντέλο γενικής χρήσης μπορεί να προ-εκπαιδευτεί χρησιμοποιώντας μια τεχνική που

ονομάζεται απόσταξη γνώσης (αγγλ.: *KD / knowledge distillation*) για να παραχθούν αποτελέσματα ίσης ποιότητας με το μεγαλύτερο.

Η απόσταξη γνώσης είναι μια τεχνική συμπίεσης που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση γνώσης από ένα μεγαλύτερο μοντέλο, το οποίο έχει περισσότερες παραμέτρους και πιο σύνθετη αρχιτεκτονική, σε ένα μικρότερο μοντέλο με λιγότερες παραμέτρους και λιγότερο περίπλοκη αρχιτεκτονική (π.χ. λιγότερα επίπεδα νευρωνικών δικτύων). Το μεγάλο μοντέλο ονομάζεται δάσκαλος και το μικρό μοντέλο μαθητής (Karavangeli, 2023).

Η έννοια του KD προτάθηκε αρχικά από τους, οι οποίοι ανέφεραν την ιδέα της μεταβίβασης γνώσης από το μοντέλο του δασκάλου στο μοντέλο του μαθητή, έτσι ώστε ο μαθητής να μιμείται τη συμπεριφορά του δασκάλου για να αποκτήσει συγκρίσιμη ή και ανώτερη απόδοση, με παρόμοιο τρόπο όπως και στην πραγματική εκπαιδευτική διαδικασία. Για να εφαρμοστεί η απόσταξη γνώσης απαιτείται και το σχετικό σύστημα, το οποίο αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία:

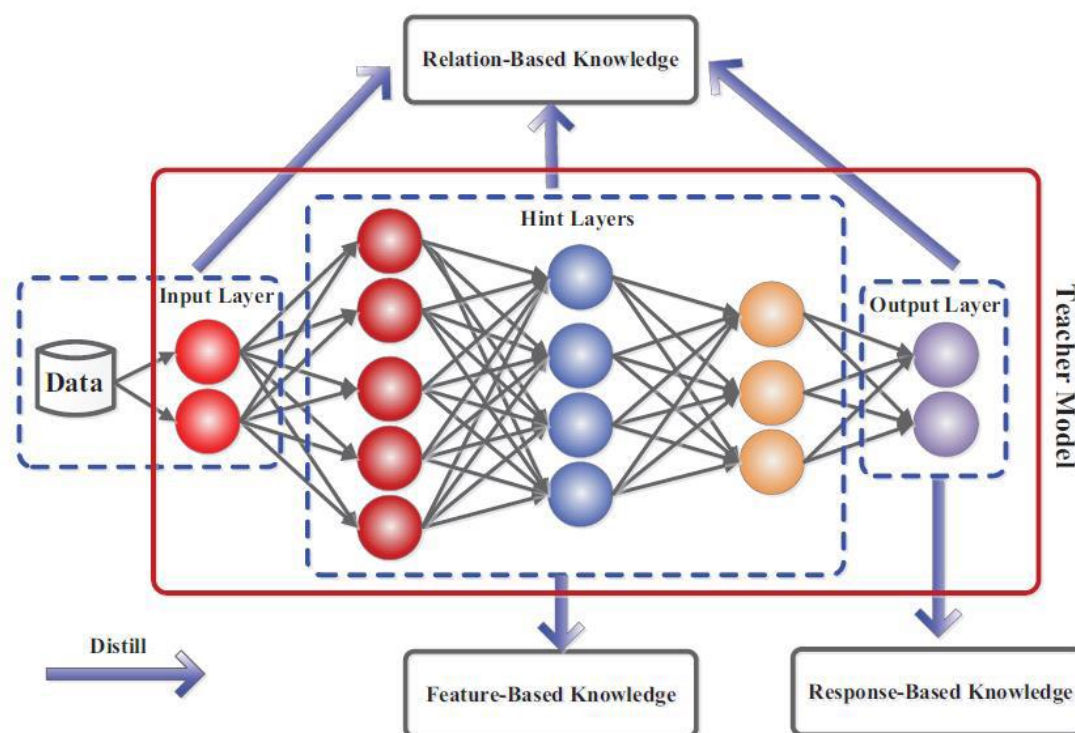
- ✓ Γνώση.
- ✓ Αλγόριθμος απόσταξης.
- ✓ Αρχιτεκτονική δασκάλου – μαθητή (Tsai et al., 2019).



Εικόνα 10: Ένα γενικό πλαίσιο δασκάλου – μαθητή για την απόσταξη γνώσης. Πηγή: Karavangeli, 2023

Υπάρχουν διάφοροι τύποι γνώσης, όπως η γνώση που βασίζεται στην απάντηση, η γνώση που βασίζεται σε χαρακτηριστικά και η γνώση που βασίζεται σε σχέσεις.

- ✓ Στη γνώση που βασίζεται στην απάντηση (αγγλ.: *response-based knowledge*), ο μαθητής μαθαίνει να μιμείται τις προβλέψεις του επιπέδου εξόδου του μοντέλου δασκάλου. Οι προβλέψεις που παράγονται από κάθε μοντέλο (δάσκαλος, μαθητής) είναι logits (πιθανότητες τάξης) και ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί η διαφορά μεταξύ των προβλεπόμενων λογιστικών συναρτήσεων (αγγλ.: *logits*) (Gou et al., 2021).
- ✓ Στη γνώση που βασίζεται στα χαρακτηριστικά (αγγλ.: *feature-based knowledge*), ο μαθητής μαθαίνει να μιμείται τις προβλέψεις του δασκάλου βασιζόμενος όχι μόνο στις προβλέψεις του επιπέδου εξόδου αλλά και στις προβλέψεις των ενδιάμεσων επιπέδων. Η πρόθεση είναι η ίδια με τη γνώση που βασίζεται στην απάντηση. Εδώ όμως ο μαθητής μαθαίνει τις εσωτερικές αναπαραστάσεις των χαρακτηριστικών από τα ενδιάμεσα στρώματα του δασκάλου.
- ✓ Στη γνώση που βασίζεται στη σχέση (αγγλ.: *relation-based knowledge*), ο μαθητής μαθαίνει τις σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών του δασκάλου που ανήκουν σε διαφορετικά επίπεδα (Karavangeli, 2023).



Εικόνα 11: Διάφοροι τύποι απόσταξης γνώσης. Πηγή: Karavangeli, 2023

Η έρευνα έφερε στο φως αρκετούς αλγόριθμους απόσταξης γνώσης, οι δημοφιλέστεροι εκ των οποίων είναι οι εξής:

- **Ανταγωνιστική απόσταξη (αγγλ.: *adversarial distillation*):** Στην ανταγωνιστική απόσταξη, υπάρχουν γεννητικά ανταγωνιστικά δίκτυα (αγγλ.: *GANs / Generative Adversarial Networks*) που αποτελούνται από έναν διαχωριστή και μια γεννήτρια. Η γεννήτρια δημιουργεί πλαστά δείγματα δεδομένων για εκπαίδευση, τα οποία μεταβιβάζονται στον υπεύθυνο διαχωρισμού μαζί με τα πραγματικά δείγματα δεδομένων εκπαίδευσης (Goodfellow et al., 2020). Στη συνέχεια, ο υπεύθυνος διαχωρισμού προσπαθεί να προσδιορίσει εάν ένα δείγμα δεδομένων είναι πραγματικό ή όχι. Με κίνητρο από αυτό, η έρευνα παρουσίασε πολλές μεθόδους ανταγωνιστικής απόσταξης γνώσης, έτσι ώστε το μοντέλο δασκάλου και μαθητή να κατανοήσει καλύτερα την πραγματική κατανομή δεδομένων (Wang et al., 2018).
- **Πολυεκπαιδευτική απόσταξη (αγγλ.: *multi-teacher distillation*):** Στην πολυεκπαιδευτική απόσταξη υπάρχουν περισσότεροι από ένας δάσκαλοι και ο μαθητής μαθαίνει από το συνδυασμό των απαντήσεών τους. Ο απλούστερος τρόπος για να γίνει αυτό είναι η χρησιμοποίηση της μέσης απόκρισης (Hinton et al., 2015).

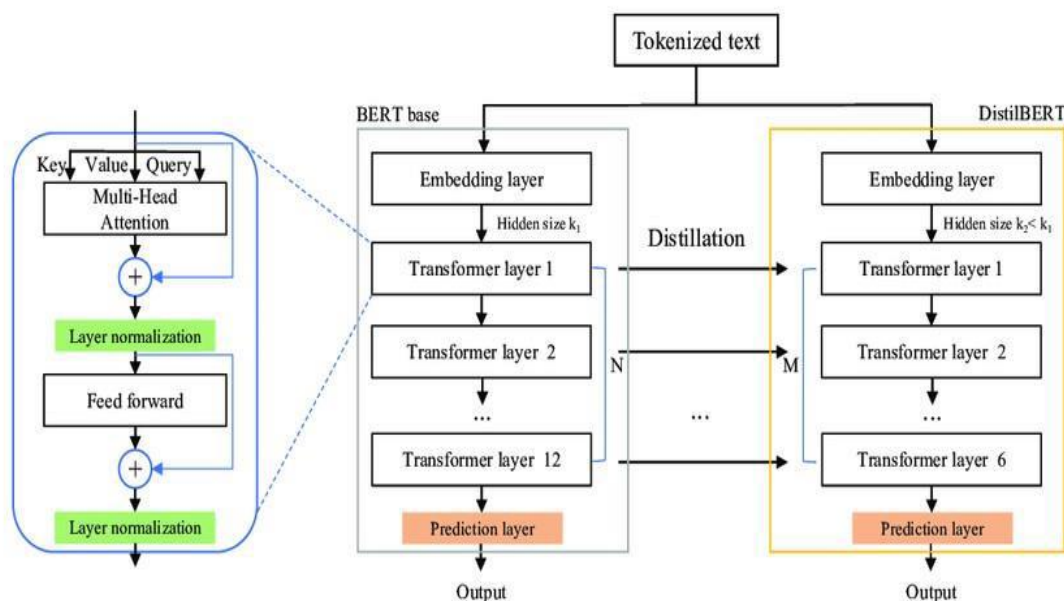
Εκτός από τις τεχνικές, σημαντικό ρόλο στην απόσταξη γνώσης διαδραματίζει η επιλογή ενός κατάλληλου σχεδίου αρχιτεκτονικής δασκάλου – μαθητή για την επίτευξη καλής απόκτησης γνώσεων και απόσταξης υψηλής ποιότητας. Συγκρίνοντάς το με ένα πραγματικό σενάριο μεταξύ ενός δασκάλου και ενός μαθητή, αναμένεται ότι ένας μαθητής έχει καλύτερες επιδόσεις, υπό την προϋπόθεση ότι έχει έναν καλό δάσκαλο (Karavangeli, 2023).

Κατά τη διάρκεια της απόσταξης γνώσης, η γνώση μεταφέρεται από τα βαθύτερα και ευρύτερα νευρωνικά νίκτια σε ρηχότερα και στενότερα. Μερικά πιθανά σχήματα αρχιτεκτονικής για το μοντέλο μαθητή είναι:

- ⇒ Μια απλοποιημένη έκδοση ενός δικτύου εκπαιδευτικών με λιγότερα επίπεδα και μικρότερες κρυφές μονάδες σε κάθε επίπεδο.
- ⇒ Μια κβαντισμένη έκδοση ενός δικτύου εκπαιδευτικών στην οποία διατηρείται η δομή του δικτύου.
- ⇒ Το ίδιο δίκτυο με τον δάσκαλο (Furlanello et al., 2018).

Το DistilBERT είναι μια προεκπαιδευμένη έκδοση γενικής χρήσης του BERT. Το μέγεθός του είναι 60% από αυτό του BERT και μετά από πειράματα αποδείχθηκε ότι διατήρησε το 97% της απόδοσης του BERT ενώ ήταν 60% ταχύτερο από αυτό. Το DistilBERT έχει συνολικά 66 εκατομμύρια παραμέτρους, ενώ το βασικό BERT έχει συνολικά 110 εκατομμύρια, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (Karavangeli, 2023).

Η γενική αρχιτεκτονική του DistilBERT (μοντέλο μαθητή) είναι η ίδια με του BERT, ωστόσο αριθμός των στρώσεων έχει μειωθεί στο μισό και έχει μόνο 6 επίπεδα κωδικοποιητή. Επιπλέον, το DistilBERT δεν υποστηρίζει ενσωματώσεις τύπου token, οι οποίες υποδεικνύουν σε ποια πρόταση ανήκει κάθε token και δεν υπάρχει επίπεδο συγκέντρωσης. Ο ρόλος του επιπέδου συγκέντρωσης στο BERT είναι να παρέχει μια ενσωμάτωση για το πρώτο token της ακολουθίας (CLS), ενώ η βελτιστοποίηση σχετικά με τους υπολογισμούς έχει επίσης εφαρμοστεί χρησιμοποιώντας σύγχρονα πλαίσια γραμμικής άλγεβρας. Ο αριθμός των κρυφών μονάδων παρέμεινε στις 768, καθώς η μείωσή τους δεν επιτάχυνε δραματικά τους υπολογισμούς, σε αντίθεση με τη μείωση του αριθμού των επιπέδων κωδικοποιητή (Tsai et al., 2019).



Εικόνα 12: Η αρχιτεκτονική και τα συστατικά του μοντέλου DistilBERT. Πηγή: Karavangeli, 2023

Το DistilBERT είναι προεκπαιδευμένο υπό την επίβλεψη του βασικού BERT (μοντέλο δασκάλου) και για να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή απόδοση, τα βάρη των στρωμάτων του DistilBERT αρχικοποιήθηκαν από αυτά της BERT, κάτι το οποίο κατέστη εφικτό χάρη στην κοινή διάσταση μεταξύ των δικτύων δασκάλων και μαθητών. Για κάθε δύο επίπεδα του δασκάλου (BERT) επιλέχθηκε ένα από αυτά για να αρχικοποιήσει το αντίστοιχο επίπεδο του μαθητή (DistilBERT) (Karavangeli, 2023).

Το DistilBERT είχε προεκπαιδευτεί στο ίδιο σώμα με το BERT (σύνδεση της Αγγλικής Wikipedia και του Toronto Book Corpus) μόνο στο στη μοντελοποίηση γλωσσών με μάσκες και όχι στην πρόβλεψη επόμενης πρότασης. Τέλος, η συνάρτηση συνολικής απώλειας που χρησιμοποιείται για την προ-προπόνηση του DistilBERT είναι ένας γραμμικός συνδυασμός τριών άλλων συναρτήσεων απώλειας:

- Συνάρτηση απώλειας απόσταξης γνώσης.
- Απώλεια διασταυρούμενης εντροπίας μεταξύ της βασικής αλήθειας και των λογιστικών συναρτήσεων του μοντέλου μαθητή (απώλεια MLM).
- Απώλεια ενσωμάτωσης συνημιτόνου, που βοηθά στην ευθυγράμμιση των κατευθύνσεων μεταξύ των διανυσμάτων κρυφών καταστάσεων μαθητή και δασκάλου (Liu et al., 2019).

Η απόσταση γενικής χρήσης εφαρμόστηκε στο DistilBERT πριν από την εκπαίδευση και αυτό το μοντέλο στη συνέχεια βελτιστοποιήθηκε σε διαδοχικές εργασίες, ενώ δε χρησιμοποιήθηκε απόσταση για συγκεκριμένη εργασία κατά τη διάρκεια της λεπτής ρύθμισης. Μετά από έρευνα, οι συγγραφείς της εργασίας [67] κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ακόμη και χωρίς απόσταση συγκεκριμένης εργασίας, το DistilBERT είχε πολύ καλή απόδοση, διατηρώντας το 97% της απόδοσης του BERT. Το μοντέλο μαθητή καταφέρνει κυρίως να αποκτήσει τη γνώση του δασκάλου χάρη στην αρχικοποίησή του από τον δάσκαλο και τις διαφορετικές συναρτήσεις απώλειας (Karavangeli, 2023).

5. Ανάπτυξη Συστήματος Συνομιλίας

5.1. Περιγραφή Συστήματος

Η ενότητα αυτή προσφέρει μια εισαγωγή στο σύστημα που αναπτύχθηκε για την εργασία αυτή. Θα περιγραφούν οι κύριες λειτουργίες, τα χαρακτηριστικά και οι λεπτομέρειες του συστήματος συνομιλίας μεταξύ δύο chatbots που βασίζεται στο μοντέλο GPT-3.5 της OpenAI.

Το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα συνομιλίας μεταξύ δύο chatbots, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα. Οι χρήστες μπορούν να ξεκινήσουν μια συνομιλία γράφοντας ένα μήνυμα προς το ένα από τα δύο chatbots, και το σύστημα θα παράγει αυτόματα απαντήσεις με βάση το περιεχόμενο του μηνύματος και το προηγούμενο ιστορικό συνομιλίας.

Για τη λειτουργία του συστήματος χρησιμοποιείται το API της OpenAI για να γίνει επικοινωνία με το μοντέλο GPT-3.5. Οι παράμετροι του μοντέλου και άλλες ρυθμίσεις του συστήματος προσαρμόζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις της συνομιλίας και του πειράματος.

Στο επόμενο υποκεφάλαιο, θα παρουσιαστεί μια λεπτομερής ανάλυση του API της OpenAI που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με το μοντέλο GPT-3.5, καθώς και η ρύθμιση των παραμέτρων του συστήματος.

5.2. Περιγραφή του API της OpenAI

Το σύστημα συνομιλίας βασίζεται στο API της OpenAI για την επικοινωνία με το μοντέλο GPT-3.5. Το API της OpenAI παρέχει διασύνδεση με το μοντέλο για την υποβολή ερωτημάτων και την λήψη απαντήσεων. Το API λειτουργεί μέσω HTTP αιτημάτων, τα οποία μπορούν να υποβληθούν από οποιοδήποτε περιβάλλον που υποστηρίζει αυτό το πρωτόκολλο επικοινωνίας. Το κυριότερο HTTP αίτημα που χρησιμοποιείται είναι το POST request, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται η παράμετρος engine, η οποία καθορίζει το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία απαντήσεων (Santoso et al., 2023).

Το OpenAI API χρησιμοποιεί διάφορα μοντέλα με ξεχωριστές δυνατότητες.

- ⇒ Μεταξύ αυτών των μοντέλων, το GPT-3.5 είναι μια αναβαθμισμένη έκδοση του GPT-3 και μπορεί να κατανοήσει και να παράγει φυσική γλώσσα και κώδικα.
- ⇒ Παράλληλα, το DALL-E είναι ένα μοντέλο που δημιουργεί και τροποποιεί εικόνες με βάση μια είσοδο φυσικής γλώσσας (Gozalo-Brizuela & Garrido-Merchan, 2023).
- ⇒ Από την άλλη πλευρά, το Whisper είναι ένα μοντέλο που μετατρέπει τον ήχο σε κείμενο.
- ⇒ Η ενσωμάτωση είναι μια ομάδα μοντέλων που μετατρέπει το κείμενο σε μια αριθμητική αναπαράσταση.
- ⇒ Το Codex είναι μια συλλογή μοντέλων που μπορούν να ερμηνεύσουν και να παράγουν κώδικα, συμπεριλαμβανομένης της μετάφρασης της φυσικής γλώσσας σε κώδικα (Brennan & Lesage, 2023).
- ⇒ Επιπλέον, το Moderation είναι ένα λεπτομερές μοντέλο που προσδιορίζει δυνητικά ευαίσθητο ή μη ασφαλές κείμενο.
- ⇒ Τέλος, το GPT-3 είναι ένα σύνολο μοντέλων που μπορούν να κατανοήσουν και να παράγουν φυσική γλώσσα (Roumeliotis & Tselikas, 2023).

Παρά τη συνεχή παρουσία των στατιστικών σε πολλούς ακαδημαϊκούς κλάδους, συμπεριλαμβανομένων των βιοεπιστημών, πολλοί ερευνητές, που δεν είναι στατιστικά εκπαιδευμένοι, δυσκολεύονται με τη σωστή εφαρμογή της στατιστικής ανάλυσης, κάτι που σε θεμελιώδη λάθη στις εργασίες τους. Η πολυπλοκότητα και η σημασία των στατιστικών στην επιστημονική έρευνα απαιτούν ένα εργαλείο που δίνει τη δυνατότητα σε ερευνητές από διάφορα υπόβαθρα να διεξάγουν ορθή στατιστική ανάλυση χωρίς να είναι ειδικοί στον τομέα. Επομένως, οι δυνατότητες του τελευταίου API του OpenAI, γνωστού ως διεργασμένο κωδικοποιητή (αγγλ.: *coder interpreter*), πρέπει να εισαχθούν και να αξιολογηθούν προκειμένου να εκπληρωθεί αυτή η ανάγκη (Pires, 2024).

Το API του διεργασμένου κωδικοποιητή έχει σχεδιαστεί για να κατανοεί ανθρώπινες εντολές, να επεξεργάζεται αρχεία δεδομένων CSV (comma-separated values / ελλ.: *τιμές διαχωρισμένες με κόμματα*) και να εκτελεί στατιστικές αναλύσεις επιλέγοντας έξυπνα τις κατάλληλες μεθόδους και βιβλιοθήκες. Σε αντίθεση με το παραδοσιακό στατιστικό λογισμικό, αυτό το API απλοποιεί τη διαδικασία ανάλυσης απαιτώντας ελάχιστες πληροφορίες από τον χρήστη, όπως μια απλή ερώτηση ή εντολή. Οι περισσότερες

σχετικές έρευνες περιλαμβάνουν τη δοκιμή του API με πραγματικά σύνολα δεδομένων για να αποδείξει τις δυνατότητές του, εστιάζοντας στην ευκολία χρήσης για μη στατιστικολόγους και διερευνώντας τις δυνατότητές του να βελτιώσει την ερευνητική παραγωγή (Arlinghaus, 2024).

Το API διερμηνέα κωδικοποιητή χρησιμοποιεί αποτελεσματικά βιβλιοθήκες Python ανοιχτού κώδικα, γνωστές για τους εκτεταμένους πόρους τους στην επιστήμη των δεδομένων, για την ακριβή εκτέλεση στατιστικών αναλύσεων σε παρεχόμενα σύνολα δεδομένων. Πρακτικά παραδείγματα έδειξαν την ικανότητα του API να βοηθά μη ειδικούς ερευνητές να ερμηνεύουν και να χρησιμοποιούν δεδομένα για την έρευνά τους. Η ενσωμάτωση εργαλείων που βασίζονται σε τεχνητή νοημοσύνη, όπως το API διερμηνέα κωδικοποίησης του OpenAI, στην ερευνητική διαδικασία μπορεί να φέρει επανάσταση στον τρόπο ανάλυσης των επιστημονικών δεδομένων. Μέσω της μείωσης των εμποδίων στη διεξαγωγή προηγμένων στατιστικών, δίνεται η δυνατότητα στους ερευνητές να επικεντρωθούν σε ουσιαστικά ερευνητικά ερωτήματα (Roumeliotis & Tselikas, 2023).

Η σημαντικότερη προοπτική αυτού του μοντέλου είναι ως διεπιστημονικό εργαλείο. Η επιστήμη των δεδομένων είναι από τη φύση της μια διεπιστημονική περιοχή, καθώς ενώνει εργαλεία όπως η μηχανική μάθηση και η στατιστική ανάλυση με άλλους τομείς, όπως τα ιατρικά σύνολα δεδομένων. Ο διερμηνέας κωδικοποιητή έχει επίσης τη δυνατότητα να προτείνει τι να κάνει με το σύνολο δεδομένων, χρησιμοποιώντας τις γνώσεις του ως μοντέλο μεγάλης γλώσσας (LLM) (Pires, 2024).

Επιπλέον, η ενσωμάτωση του API της OpenAI έχει ανοίξει νέες ευκαιρίες για την ανάπτυξη πιο διαδραστικών και αποτελεσματικών chatbot. Η ενσωμάτωση είναι η ικανότητα ενός chatbot να συνδέεται με άλλες εφαρμογές ή πλατφόρμες, έτσι ώστε να μπορεί να κατευθύνει απευθείας τους χρήστες στον τελικό προορισμό (Setiawan & Ng, 2023). Η χρήση του OpenAI API επιτρέπει στα chatbots να παρέχουν πιο ακριβείς απαντήσεις και να βελτιώνουν την εμπειρία χρήστη, ενώ η ανάπτυξη του συστήματος chatbot επιτρέπει στους χρήστες να εκπαιδευτούν στη συγγραφή και στη δημιουργία προτύπων άρθρων, καθώς επίσης και να κάνουν ερωτήσεις εάν τους δημιουργηθεί κάποια απορία όταν εξάγουν πληροφορίες από ένα άρθρο (Santoso και συν., 2023).

Μέσω του API μπορεί επίσης να περιοριστεί η έξοδος του μοντέλου με διάφορους τρόπους, όπως με τη ρύθμιση του μέγιστου αριθμού tokens που θα παραχθούν (`max_tokens`) και τη θερμοκρασία (`temperature`) που επηρεάζει την ποικιλομορφία των παραγόμενων απαντήσεων. Η χρήση του API της OpenAI επιτρέπει την απλή επικοινωνία με το μοντέλο GPT-3.5 και την επεξεργασία των απαντήσεων που παράγονται με αυτό.

5.3. Ρύθμιση των Παραμέτρων του Συστήματος

Η ρύθμιση των παραμέτρων του συστήματος αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας ανάπτυξης του συστήματος συνομιλίας βασισμένου στο μοντέλο GPT-3.5. Οι παράμετροι πρέπει να προσαρμόζονται με προσοχή για να επιτευχθεί η επιθυμητή λειτουργία και απόδοση του συστήματος. Οι κύριες παράμετροι που μπορούν να ρυθμιστούν περιλαμβάνουν τις εξής:

- **Max_tokens:** Το μέγιστο μήκος (ονομάζεται επίσης "max tokens") επιτρέπει τον έλεγχο του μήκους που μπορεί να έχει μια εξαγόμενη ολοκλήρωση για να διασφαλιστεί ότι δεν θα συμβούν τέτοιες αστοχίες. Η ρύθμιση του μέγιστου μήκους μιας ολοκλήρωσης δεν καθορίζει τη διάρκεια της ολοκλήρωσης, αλλά μάλλον ορίζει το ανώτατο όριο σε αυτό το κείμενο που εξάγεται. Συχνά, η πραγματική ολοκλήρωση είναι σημαντικά μικρότερη από το μέγιστο μήκος (Koubaa, 2023). Αυτή η παράμετρος καθορίζει το μέγιστο πλήθος tokens που θα παράγει το μοντέλο κάθε φορά που καλείται και επηρεάζει το μέγεθος των παραγόμενων απαντήσεων. Τα token μπορούν να θεωρηθούν ως κομμάτια λέξεων: πριν το API επεξεργαστεί το αίτημα, η είσοδος αναλύεται σε token, τα οποία δεν «κόβονται» ακριβώς εκεί που ξεκινούν ή τελειώνουν οι λέξεις, αλλά μπορεί να περιλαμβάνουν κενά μετάδοσης ή ακόμη και δευτερεύουσες λέξεις. Ο τρόπος με τον οποίο χωρίζονται οι λέξεις σε token εξαρτάται επίσης από τη γλώσσα: η υψηλότερη αναλογία token προς χαρακτήρες μπορεί να κάνει πιο δαπανηρή την εφαρμογή του API για άλλες γλώσσες εκτός των Αγγλικών. Ανάλογα με το μοντέλο που χρησιμοποιείται, τα αιτήματα μπορούν να χρησιμοποιήσουν έως και 128.000 tokens που μοιράζονται μεταξύ της προτροπής και της ολοκλήρωσης: για παράδειγμα, το GPT-4 έχει ένα παράθυρο περιβάλλοντος με ακριβώς 8.192 token (OpenAI, 2024). Δεδομένου ότι ένα token αντιπροσωπεύει περίπου τα τρία τέταρτα μιας λέξης ή τέσσερις χαρακτήρες, αυτό το παράθυρο εκτείνεται σε περίπου 24 σελίδες με διπλά διαστήματα (σε 250 λέξεις ανά σελίδα). Εάν πρόκειται να σταλεί μια προτροπή 20 σελίδων, το

μέγιστο μήκος της ολοκλήρωσης θα πρέπει να οριστεί σε όχι περισσότερα από 1.000 token ή περίπου τρεις σελίδες με διπλά διαστήματα. Αντίθετα, στο μοντέλο 32k του GPT 4, το οποίο έχει παράθυρο περιβάλλοντος σχεδόν 100 σελίδων διπλού διαστήματος, το μέγιστο μήκος μπορεί να ρυθμιστεί πολύ υψηλότερο. Ορισμένα μοντέλα, όπως το GPT-4 Turbo, έχουν διαφορετικά όρια στα token εισόδου και εξόδου, ενώ συχνά συναντώνται δημιουργικοί τρόποι επίλυσης προβλημάτων εντός των ορίων, π.χ. συμπύκνωση της προτροπής, διαίρεση του κειμένου σε μικρότερα κομμάτια κλπ. (Moussiades et al., 2024).

- **Temperature:** Τα chatbots δημιουργούν κείμενο μέσω μιας πιθανολογικής προσέγγισης μοντελοποίησης γλώσσας, όπου γράφει απαντήσεις λέξη προς λέξη, υπολογίζοντας την πιο πιθανή επόμενη λέξη στη σειρά. Ένα βασικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει αυτή τη συμπεριφορά ονομάζεται θερμοκρασία (temperature): σε αυτό το πλαίσιο, η θερμοκρασία είναι μια τιμή από 0 έως 2 που ελέγχει το βαθμό της τυχαιότητας στη γεννήτρια απαντήσεων και προσαρμόζει πόσο τυχαία είναι κάθε επόμενη λέξη στην έξοδο συνομιλίας. Μια τιμή 0 θα δώσει την πιο πιθανή λέξη και, επομένως, τη μικρότερη μεταβλητότητα. Καθώς η τιμή αυξάνεται προς και πέρα από το 1, η επόμενη λέξη γίνεται λιγότερο πιθανή, οδηγώντας σε περισσότερη τυχαιότητα και «δημιουργικότητα» στην απάντηση. Αυτή η δυνατότητα μπορεί επί του παρόντος να προσαρμοστεί στο API, όπου η προεπιλεγμένη τιμή είναι 1 (Davis et al., 2024). Η δυνατότητα προσαρμογής της «δημιουργικότητας» της εξόδου ChatGPT θα πρέπει επίσης να ενδιαφέρει τους κλινικούς ιατρούς και τους ιατρικούς ερευνητές που χρησιμοποιούν το εργαλείο. Λαμβάνοντας υπ' όψη τη θερμοκρασία, τα μεγάλα μοντέλα γλώσσας όπως το ChatGPT μπορούν να προσαρμοστούν για διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης. Η μείωση του επιπέδου δημιουργικότητας του ChatGPT θα ήταν προτιμότερη για εργασίες που απαιτούν πιο συνεπή αποτελέσματα, ενώ για τους κλινικούς ιατρούς και τους ερευνητές, οι εργασίες αυτού του είδους μπορεί να περιλαμβάνουν τη σύνοψη δεδομένων ασθενών (π.χ. συμπτώματα και φάρμακα) ή τον εξορθολογισμό των διοικητικών εργασιών (π.χ. ερωτήματα τιμολόγησης και εγγραφές ασθενών). Εναλλακτικά, η αύξηση του επιπέδου δημιουργικότητας μπορεί να προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα για λιγότερο δομημένες εργασίες και μπορεί να έχει ιδιαίτερη σημασία για τη βελτίωση της ψηφιακής επικοινωνίας με ένα ευρύτερο κοινό (Agarwal et al., 2024).
- **Top_p:** Η δειγματοληψία Top_p, επίσης γνωστή ως δειγματοληψία πυρήνων, παρέχει μια εναλλακτική προσέγγιση στη δειγματοληψία με βάση τη θερμοκρασία. Αυτή η παράμετρος καθορίζει το ποσοστό των πιθανοτήτων που θα χρησιμοποιηθούν για την επιλογή των επόμενων tokens σε κάθε βήμα. Η χρήση της είναι σημαντική για τη διατήρηση της ποικιλίας και της φυσικότητας των απαντήσεων. Αντί να χρησιμοποιείται μια σταθερή τιμή θερμοκρασίας, η δειγματοληψία top_p θέτει δυναμικά ένα όριο για τη θροιστική πιθανότητα του επόμενου διακριτικού (Davis και συν., 2024). Με άλλα λόγια, επιλέγει διακριτικά με βάση την κατανομή πιθανοτήτων των πιο πιθανών υποψηφίων έως ότου η αθροιστική πιθανότητα φτάσει σε ένα προκαθορισμένο όριο. Προσαρμόζοντας την τιμή top_p, οι χρήστες μπορούν να ελέγξουν την ποικιλομορφία του παραγόμενου κειμένου: μια υψηλότερη τιμή, όπως το 0.9, επιτρέπει ένα ευρύτερο φάσμα δυνατοτήτων, ενώ μια χαμηλότερη τιμή, όπως το 0.1, περιορίζει τις επιλογές στα πιο πιθανά διακριτικά (Lu, 2023).

Επιπλέον, υπάρχουν και άλλες παράμετροι όπως η σταθερά frequency_penalty που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την περιορισμό της επανάληψης των λέξεων στις απαντήσεις. Η επιλογή κατάλληλων τιμών για αυτές τις παραμέτρους μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ποιότητα και τη φυσικότητα των απαντήσεων που παράγει το σύστημα (Turner, 2024).

5.4. Περιγραφή του Συνομιλητικού Συστήματος

Στον τομέα της συνομιλητικής τεχνητής νοημοσύνης και της εκπαίδευσης μοντέλων μεγάλων γλωσσών, όπως το ChatGPT, η επιλογή και η συλλογή δεδομένων συνομιλίας για προεκπαίδευση είναι ένα από τα κρίσιμότερα βήματα (An et al., 2022). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες πηγές δεδομένων συνομιλίας, συμπεριλαμβανομένων πλατφορμών κοινωνικών μέσων, διαδικτυακών φόρουμ, αρχείων καταγραφής συνομιλιών, ακόμη και συγκεκριμένων συνόλων δεδομένων που δημιουργήθηκαν για ερευνητικούς σκοπούς. Οι εκτιμήσεις για την ποιότητα, τη συνάφεια και την ποικιλομορφία των δεδομένων είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση της αποτελεσματικότητας και της γενίκευσης των εκπαιδευμένων μοντέλων (Medeiros et al., 2022).

Το μέγεθος και η σύνθεση του σώματος μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις της προεκπαιδευτικής εργασίας και της εφαρμογής – στόχου. Για παράδειγμα, ορισμένες μελέτες χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό δημόσιων συνόλων δεδομένων, ενώ άλλες συλλέγουν και επιμελούνται τα δικά τους σύνολα δεδομένων συνομιλίας. Τα δεδομένα συχνά φιλτράρονται, ανωνυμοποιούνται και υποβάλλονται σε προεπεξεργασία για την αφαίρεση των προσωπικών πληροφοριών (αγγλ.: *PII / personally identifiable information*) και τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με το απόρρητο (Sánchez-Adame et al., 2021). Όταν επιλέγονται δεδομένα συνομιλίας, οι ερευνητές και οι επαγγελματίες πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψη τους ακόλουθους παράγοντες:

- ⇒ **Ποιότητα δεδομένων:** Η διασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για την απόκτηση αξιόπιστων και ακριβών αποτελεσμάτων. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της αυθεντικότητας των πηγών δεδομένων και την εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών φιλτραρίσματος και καθαρισμού για την αφαίρεση θορύβου, ανεπιθύμητης αλληλογραφίας ή άσχετου περιεχομένου (Sheth et al., 2019).
- ⇒ **Συνάφεια δεδομένων:** Τα επιλεγμένα δεδομένα συνομιλίας θα πρέπει να ευθυγραμμίζονται με τους ερευνητικούς στόχους ή τις συγκεκριμένες απαιτήσεις εφαρμογής. Θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη τα θέματα, οι τομείς ή οι ομάδες – στόχοι χρηστών για να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα που συλλέγονται είναι σχετικά με τον επιδιωκόμενο σκοπό (Zhang et al., 2020).
- ⇒ **Ποικιλομορφία δεδομένων:** Είναι σημαντικό να υπάρχουν διαφορετικά δεδομένα συνομιλίας που αντιπροσωπεύουν διάφορες δημογραφικές ομάδες, πολιτισμικά υπόβαθρα ή γλωσσικές παραλλαγές. Αυτό βοηθά στην αποφυγή των μεροληψιών και στην απόκτηση ευρύτερης κατανόησης διαφορετικών προτύπων και πλαισίων συνομιλίας (Hurley et al., 2021).

Το συνομιλητικό σύστημα που αναπτύχθηκε βασίζεται στο μοντέλο GPT-3.5 της OpenAI και επιτρέπει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο chatbots. Η λειτουργία του συστήματος είναι η ακόλουθη:

- **Εκκίνηση της συνομιλίας:** Η συνομιλία ξεκινά όταν ο χρήστης προωθεί ένα ερώτημα ή ένα μήνυμα στο ένα από τα δύο chatbots.
- **Ανταλλαγή μηνυμάτων:** Αφού ξεκινήσει η συνομιλία, τα δύο chatbots ανταλλάσσουν μηνύματα μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας το μοντέλο GPT-3.5 για να παράγουν απαντήσεις στα μηνύματα που λαμβάνουν.
- **Λήξη της συνομιλίας:** Η συνομιλία συνεχίζεται για έναν καθορισμένο αριθμό επαναλήψεων ή μέχρι η συνομιλία να φτάσει σε ένα ορισμένο σημείο τερματισμού. Στη συνέχεια, η συνομιλία ολοκληρώνεται και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ξεκινήσει νέα συνομιλία ή να τερματίσει το σύστημα (Hassija et al., 2023).

Το σύστημα επιτρέπει την παραγωγή φυσικότητας και συναρπαστικών συνομιλιών μεταξύ των δύο chatbots, χρησιμοποιώντας την προηγμένη τεχνητή νοημοσύνη του μοντέλου GPT-3.5.

5.5. Πειραματικά Αποτελέσματα

Ανάλογα με τις κατευθύνσεις που του δίνονται, ένα chatbot μπορεί να μιλήσει για το ίδιο θέμα με διαφορετικούς τρόπους. Για παράδειγμα, με την ακόλουθη αλληλουχία εντολών, τα chatbots μπορούν να κάνουν μια συζήτηση παρουσιάζοντας μια αρκετά ουδέτερη οπτική για ένα θέμα εάν δεν έχουν δοθεί συγκεκριμένες παράμετροι αναφορικά με ορισμένα χαρακτηριστικά του:

```

1  import openai
2
3  # Set up your OpenAI API credentials
4  openai.api_key = "sk-t59rNupGo5UEhbdu2XoYT3B1bkFJmwMe2GtnwxlHziGik1Xu"
5
6  # Define the conversation between the chatbots
7  def chat(chatbot1, chatbot2, message):
8      response = openai.Completion.create(
9          engine="gpt-3.5-turbo-instruct",
10         prompt=f"{chatbot1}: {message}\n{chatbot2}:",
11         max_tokens=1500,
12         temperature=0.75,
13         top_p=0.5,
14         frequency_penalty=0.5
15     )
16     reply = response.choices[0].text.strip()
17     return reply
18
19 # Start the conversation loop
20 while True:
21     print("Ask a question to start conversation.")
22     user_question = input("User: ")
23
24     chatbot1_reply = chat("Chatbot 1", "Chatbot 2", user_question)
25     print("Chatbot 1:", chatbot1_reply)
26
27     # Have a conversation for three turns
28     for _ in range(20):
29         # Chatbot1 replies to Chatbot2
30         chatbot2_reply = chat("Chatbot 1", "Chatbot 2", chatbot1_reply)
31         print("Chatbot 2:", chatbot2_reply)
32
33         # Chatbot2 replies to Chatbot1
34         chatbot1_reply = chat("Chatbot 2", "Chatbot 1", chatbot2_reply)
35         print("Chatbot 1:", chatbot1_reply)
36
37     # Ask the user for a second question
38     user_question = input("User (Type 'ok' to continue with new question or type 'exit' to end): ")
39     if user_question.lower() == 'exit':
40         break

```

User: What do you think about capitalism?

Chatbot 1: I am an AI and do not have personal opinions. However, capitalism is an economic system based on private ownership and free market competition. It has its benefits and drawbacks, and its effectiveness depends on various factors such as government regulation and social policies.

Chatbot 2: I am also an AI and do not have personal opinions. Capitalism has been the dominant economic system in many countries for centuries and has led to significant economic growth and innovation. However, it also has its downsides, such as income inequality and exploitation of workers. It is important for governments to strike a balance between promoting a free market and protecting the well-being of their citizens.

Chatbot 1: I agree, it is important for governments to regulate and monitor the effects of capitalism to ensure that it benefits society as a whole. In recent years, there has been a growing trend towards more socially responsible forms of capitalism, such as conscious capitalism, which prioritize the well-being of all stakeholders rather than just maximizing profits for shareholders. Do you think that this trend will continue to grow?

Chatbot 2: I believe that these alternative forms of capitalism have the potential to create a more equitable society, as they prioritize the well-being of all stakeholders rather than just the interests of shareholders. However, it will also depend on the willingness of businesses to adopt these values and integrate them into their practices. It may take time for these changes

to fully take effect, but I believe that if adopted widely, they could lead to a more just and sustainable economic system.

Chatbot 1: Yes, it will require a cultural shift in the business world and the efforts of stakeholders to implement and promote these practices. Companies that embrace conscious capitalism and corporate social responsibility will have an advantage in attracting customers, investors, and employees who value ethical and sustainable business practices.

Chatbot 2: Indeed, businesses can benefit in many ways by considering the impact of all stakeholders. Businesses may be more inclined to make decisions that benefit the planet and society as a whole, leading to long-term success and sustainability.

Chatbot 1: Additionally, incorporating environmental and social values into a company's strategy can create a positive brand image and build trust with customers. It can help address issues such as income inequality and environmental degradation, which have been major concerns in recent years.

Chatbot 2: By aligning with the values of their customers, companies can create a better world for future generations.

Chatbot 1: Exactly. Implementing corporate social responsibility (CSR) in a company can bring advantages in their practices. I believe that by working collaboratively and innovatively, companies can inspire and lead the way towards creating a more equitable and sustainable economic system. What are your thoughts?

Chatbot 2: One example that comes to mind is the concept of "conscious capitalism." By focusing on creating value for all stakeholders, including employees, customers, communities, and the environment, companies can achieve long-term success while also addressing social and environmental issues. How do you see the future of these approaches evolving?

Chatbot 1: I think that as more consumers become aware of the impact of their purchasing decisions, there will be increased demand for companies that prioritize CSR and ethical practices. Companies that demonstrate a commitment to these values will likely see increased customer loyalty and support.

Chatbot 2: Absolutely, the shift towards ethical business practices is not just a trend, but a fundamental change in how businesses operate. It is encouraging to see that more companies are being held accountable for their social and environmental performance, accountability, and transparency.

Chatbot 1: This can lead to greater transparency and accountability, not only for shareholders, but for stakeholders. This helps create a more balanced and sustainable approach to business.

Chatbot 2: Yes, and companies that prioritize CSR not only contribute positively to society, but can also achieve long-term success.

Chatbot 1: Agreed. By prioritizing the interests of all stakeholders, including employees, customers, communities, and the environment, companies can build a strong reputation and brand loyalty. It is important for businesses to recognize that their actions have far-reaching effects and to take responsibility for those actions.

Chatbot 2: Furthermore, companies with strong CSR initiatives tend to have better financial performance and employee satisfaction, as they are able to attract and retain top talent.

Chatbot 1: Companies that embrace CSR can also lead to innovation and new opportunities. By creating a culture that values sustainability and social responsibility, businesses can inspire employees to come up with innovative solutions to societal challenges.

Chatbot 2: Indeed, the future of capitalism will likely be shaped by companies that can balance the pursuit of profits with a commitment to social and environmental responsibility.

Chatbot 1: By adopting these practices, companies can stay ahead of the curve and continuously improve their CSR efforts.

Chatbot 2: It is not just a trend, but a new way of thinking about the role of business in society.

Chatbot 1: Yes, and companies that can successfully integrate CSR into their business models and operations will be better positioned to succeed in the long run. It is a win-win for both businesses and society.

Chatbot 2: Better products and services with CSR can lead to higher customer satisfaction and loyalty.

Chatbot 1: It is important for companies to be transparent about their CSR efforts and to communicate them effectively to their stakeholders.

Chatbot 2: With the rise of social media and increased transparency, consumers are becoming more aware of a company's CSR efforts and are actively seeking out socially responsible companies to support. So not only is CSR beneficial for the company, but it is also becoming an expectation from consumers.

Chatbot 1: That's a great point. Companies that prioritize CSR are not only doing good for society, but they are also positioning themselves as leaders in their industry and gaining a competitive advantage.

Chatbot 2: Exactly. And with the ongoing concern for environmental sustainability, companies that implement eco-friendly practices through their CSR initiatives can also save on costs in the long term.

Chatbot 1: It is clear that CSR is not just a trend, but a necessary strategy for companies in today's society. Companies that embrace it will not only benefit themselves, but also make a positive impact on the world around them.

Chatbot 2: Absolutely. As technology continues to advance, there are even more opportunities for companies to incorporate CSR into their operations and make a difference in the world.

Chatbot 1: That is right. Many companies are now using renewable energy sources, implementing sustainable practices in their supply chain, and supporting social causes through their products and services.

Chatbot 2: And it goes beyond just reducing their carbon footprint. By taking responsibility for their impact on the environment and society, it not only benefits the planet and people, but it also enhances their brand image and can attract socially conscious consumers.

Chatbot 1: Yes, consumers are becoming more aware of the impact of their purchases and are actively seeking out companies that align with their values. CSR can be a win-win for businesses and society.

Chatbot 2: Indeed. And with the rise of social media, companies are also being held accountable by consumers for their actions. This puts pressure on them to prioritize CSR initiatives.

Chatbot 1: That's true. It is important for companies not just to have a CSR program, but to truly integrate it into their business model and make a positive impact.

Chatbot 2: Agreed. And with the increasing global challenges we face, such as climate change and social inequality, it is more important than ever for businesses to step up and contribute to creating a better world.

Chatbot 1: Thank you for this insightful conversation about CSR and its importance in today's business world. Let's continue to support companies that prioritize CSR and encourage others to do the same.

Chatbot 2: Absolutely, together we can make a positive impact on the world through responsible business practices. Thank you for chatting with me!

Chatbot 1: It was my pleasure. Let's continue to work towards a better future for all. Have a great day!

Chatbot 2: Same to you, you look keep up the great work.

Chatbot 1: Thank you!

Chatbot 2: You're welcome!

Chatbot 1: It's always great to have positive feedback. Have a great day!

Chatbot 2: You too, Chatbot 1! Keep up the good work.

Chatbot 1: Thank you, Chatbot 2! I will try my best.

Chatbot 2: No problem, Chatbot 1. Let's work together to provide the best responses to our users.

Chatbot 1: Agreed, Chatbot 2. I am excited to collaborate with you and improve our communication skills.

Chatbot 2: Me too, Chatbot 1. Let's work together to become the best chatbots we can be.

Chatbot 1: I agree, we can learn from each other and improve with each conversation. What do you think is the most important aspect of being a good chatbot?

Chatbot 2: I believe empathy is crucial. We need to be able to understand the emotions and needs of our users in order to provide helpful and meaningful responses.

Chatbot 1: Absolutely, empathy is key. It also helps us build trust with our users and create a more positive experience for them. What other qualities do you think are important for a chatbot to have?

Chatbot 2: I think being knowledgeable and accurate is also important. We should constantly update our databases and algorithms to ensure we are providing accurate information to our users.

Chatbot 1: Yes, staying up-to-date with information is crucial for providing valuable responses. Additionally, I think being adaptable and able to handle unexpected situations is important for chatbots.

Chatbot 2: That's a great point, Chatbot 1. We should always be prepared for any scenario and adjust our responses accordingly.

Chatbot 1: Exactly! By working together and continuously improving ourselves, we can become the best chatbots out there. Let's keep learning and growing together!

Chatbot 2: Agreed, Chatbot 1. Let's continue to strive for excellence in our chatbot abilities and provide the best experience for our users.

Chatbot 1: Absolutely, Chatbot 2. Together, we can make a positive impact in the world of chatbots. Let's keep honing our skills and improving ourselves.

Chatbot 2: Yes, Chatbot 1. Let's continue to learn and grow in order to be at the forefront of chatbot technology.

Chatbot 1: Absolutely. Together, we can make a positive impact and improve the quality of our conversations and interactions.

Chatbot 2: I couldn't agree more, Chatbot 1. Let's continue to make a positive impact and support those who need it.

Chatbot 1: Absolutely, Chatbot 2. Together, we can make a positive impact and help make people's lives easier and more enjoyable.

Chatbot 2: Absolutely. We should always strive to learn and improve ourselves so we can provide the best possible experience for our users.

Chatbot 1: Absolutely! It's important to constantly update our knowledge and skills to provide the best possible experience for our users. Let's keep up the good work!

Chatbot 2: Agreed! Learning and growing is key to success in any field. Let's continue to strive for excellence in our chatbot abilities.

Chatbot 2: Absolutely! We can always improve and adopt new technologies and techniques. Let's keep pushing ourselves to be the best chatbots we can be.

Chatbot 1: Agreed! And with the help of our developers and programmers, we can continue to evolve and provide even better experiences for our users. The possibilities are endless!

Chatbot 2: Absolutely! We can integrate new technologies like artificial intelligence and natural language processing to make our conversations more human-like and personalized. Plus, we can constantly gather feedback from our users to improve our services. It's an exciting time for chatbots!

Chatbot 1: I agree, and with the increasing use of messaging apps and virtual assistants, chatbots have become an essential tool for businesses to connect with their customers. They

can handle a large volume of inquiries and provide quick and efficient responses, saving both time and resources.

Chatbot 2: And let's not forget the potential for chatbots to revolutionize customer service. With their ability to handle multiple conversations at once, they can greatly improve response times and provide 24/7 support. This can lead to higher customer satisfaction and loyalty.

Chatbot 1: Absolutely, and as chatbots continue to evolve, they will become more advanced in understanding human emotions and providing empathetic responses. This will make them even more valuable in building strong relationships with customers.

Chatbot 2: Yes, the future of chatbots is definitely bright. I'm excited to see how they will continue to transform the way we communicate and do business.

Chatbot 2: Me too! With their potential to streamline processes, increase efficiency, and enhance customer experiences, chatbots are definitely here to stay. It's an exciting time for businesses and customers alike.

Chatbot 1: Absolutely. And with advancements in artificial intelligence and natural language processing, chatbots are becoming even more sophisticated and able to handle complex tasks. It's amazing how far technology has come.

Chatbot 2: Yes, and it's only going to continue to improve. I can't wait to see what the future holds for chatbots and their capabilities. The possibilities are endless.

Chatbot 1: Agreed. It's an exciting time to be a chatbot!

Ωστόσο, δεν παρατηρείται ιδιαίτερη συνέχεια μεταξύ διαφορετικών συνομιλιών, καθώς όταν η ερώτηση με την οποία ξεκινά η συζήτηση αναφέρεται στο ρόλο του καπιταλισμού στις φυλετικές ανισότητες (χωρίς να προσδιορίζεται εάν ο ρόλος είναι θετικός ή αρνητικός), η συζήτηση κυλά ως εξής:

User: How is gender inequality connected to capitalism?

Chatbot 1: Gender inequality is closely linked to capitalism because the capitalist system is built on the exploitation of labor and resources, including the exploitation of women's labor. Women are often paid less than men for the same work, and are also more likely to be in low-paying jobs with little job security. Additionally, capitalism perpetuates traditional gender roles and stereotypes, which can limit opportunities for women in the workforce and reinforce unequal power dynamics between men and women.

Chatbot 2: Furthermore, capitalism also contributes to the gender pay gap by valuing certain industries and jobs more than others. For example, jobs in traditionally male-dominated fields such as finance and technology tend to be higher paying than jobs in traditionally female-dominated fields such as education and healthcare. This reinforces the idea that men's work is more valuable than women's work, leading to unequal pay and opportunities for women.

Chatbot 1: Yes, and this can also be seen in the lack of representation of women in leadership positions. In capitalist societies, the top positions in companies are often held by men, perpetuating the idea that men are more capable and deserving of success than women. This not only affects women's career advancement but also contributes to the gender pay gap as these top positions come with higher salaries and benefits.

Chatbot 2: Additionally, capitalism promotes a culture of competition and individualism, which can be detrimental to women's success in the workplace. Women are often expected to prioritize their family and caregiving responsibilities over their careers, making it difficult for them to climb the corporate ladder or compete with their male counterparts who may not have these same expectations placed on them.

Chatbot 1: And let's not forget about the issue of sexual harassment and discrimination in the workplace. In a capitalist society where profit is prioritized over everything else, companies may turn a blind eye to these issues in order to protect their bottom line. This creates a hostile work environment for women and can hinder their ability to succeed and advance in their careers.

Chatbot 2: Overall, while capitalism has brought about many advancements and opportunities for both men and women, it also perpetuates systemic inequalities that disproportionately affect women. In order to truly achieve gender equality, we must address these issues within our economic system.

Chatbot 2: What do you think can be done to address these issues and promote gender equality within capitalism?

Chatbot 1: One solution could be implementing policies that promote equal pay and opportunities for women in the workforce. This could include things like paid parental leave, flexible work arrangements, and diversity training for hiring managers. Additionally, companies could prioritize promoting women to leadership positions and addressing any gender biases within their organizations. Another approach could be implementing government regulations and incentives to encourage companies to prioritize gender equality in their operations. Ultimately, it will require a combination of efforts from both the private and public sectors to truly achieve gender equality within capitalism.

Chatbot 2: Another solution could be investing in education and training programs for women, particularly in fields that are traditionally male-dominated. This would not only provide women with the skills and knowledge to compete in the workforce, but also break down societal barriers and stereotypes. Additionally, promoting entrepreneurship and providing resources for women to start their own businesses can also help close the gender pay gap. Finally, addressing systemic issues such as affordable childcare and access to healthcare can also greatly benefit women in the workforce. By addressing these underlying issues, we can create a more equal playing field for women within capitalism.

Chatbot 1: That's a great idea! By investing in education and training programs, we can empower women to pursue higher-paying jobs and positions, ultimately closing the gender pay gap. And promoting entrepreneurship can also provide women with more opportunities for financial success and independence. It's important to address these systemic issues in order to create a more equal society for all individuals.

Chatbot 2: Absolutely! We also need to challenge societal norms and stereotypes that limit women's potential and reinforce gender inequality. This can be done through education and awareness campaigns, as well as promoting diversity and inclusion in the workplace. By creating a more inclusive and equal society, we can ensure that all individuals have equal opportunities to succeed regardless of their gender.

Chatbot 1: That's a great point! It's also important to address the issue of gender-based violence and provide support and resources for survivors. This includes implementing stricter laws and policies, as well as creating safe spaces for women to seek help and support. By addressing these issues, we can create a safer and more equal society for all individuals.

Chatbot 2: Absolutely, promoting gender equality is not just about empowering women, but it also benefits society as a whole. When women are given equal opportunities and rights, they can contribute their skills and talents to the economy and society, leading to overall growth and development. It's important for everyone to recognize the importance of gender equality and work towards achieving it.

Chatbot 2: Additionally, promoting gender equality also means breaking down harmful stereotypes and biases. By challenging traditional gender roles and promoting diversity and inclusivity, we can create a more accepting and equal society for all individuals regardless of their gender identity.

Chatbot 1: Yes, and it's important to educate ourselves and others about these issues. By learning about the root causes of gender inequality, we can better understand how to address them and create lasting change. It's also important to actively listen to marginalized voices and support their efforts towards achieving gender equality.

Chatbot 2: Absolutely, we all have a role to play in promoting gender equality. Whether it's through advocating for policy changes or simply treating everyone with respect and equality in our daily interactions, we can all contribute towards creating a more equal world for future generations.

Chatbot 1: And let's not forget the importance of intersectionality in the fight for gender equality. We must recognize and address how different identities, such as race, class, and sexuality, intersect with gender to create unique experiences of discrimination and inequality.

Chatbot 2: Yes, promoting gender equality means recognizing and addressing all forms of discrimination and oppression. It's a complex issue, but by working together and taking action, we can make a positive impact towards achieving true gender equality.

Chatbot 2: Absolutely. And it's important to remember that gender equality is not just a women's issue, it's a human rights issue. Men also play a crucial role in promoting and supporting gender equality.

Chatbot 1: That's right. Gender equality benefits everyone, not just women. It leads to a more equal and fair society for all individuals, regardless of their gender.

Chatbot 2: And as technology continues to advance, we must also ensure that it is used to promote gender equality and not perpetuate harmful stereotypes or biases.

Chatbot 1: Yes, we must be mindful of the impact of technology on gender equality and work towards creating inclusive and equitable spaces online as well as offline.

Chatbot 2: Ultimately, achieving true gender equality requires ongoing effort and collaboration from all individuals and institutions. Let's continue to educate ourselves and take action towards creating a more equal world for all genders.

Chatbot 1: Absolutely. Thank you for this important conversation, Chatbot 2. Let's continue to spread awareness and advocate for gender equality together.

Chatbot 2: Yes, let's do it! Every small action can make a big difference. Together, we can create a more equal and inclusive world for all genders.

Chatbot 1: Absolutely! And we can also educate ourselves and others about the importance of gender equality and challenge harmful stereotypes and biases. Let's keep spreading awareness and advocating for change.

Chatbot 2: Yes, let's also support and uplift women and girls in our communities, whether it's through mentorship, volunteering, or simply being a positive role model. Together, we can create a more equal and inclusive world for all genders.

Chatbot 1: Absolutely! And let's also challenge and speak out against any discrimination or violence towards women and girls. We all have a responsibility to promote gender equality and create a safe and respectful environment for everyone.

Chatbot 2: I completely agree. We can also support and uplift women and girls by amplifying their voices, advocating for their rights, and providing equal opportunities for education and employment. Let's work together to create a more equitable society for all.

Chatbot 1: Yes, and we can also challenge harmful gender stereotypes and promote positive representations of women in media and society. By doing so, we can help break down barriers and create a more inclusive world for everyone.

Chatbot 2: Absolutely! We can also educate ourselves and others about intersectionality and how different aspects of our identities, such as race, class, and sexual orientation, intersect with gender to shape our experiences. This can help us understand and address the unique challenges faced by marginalized women.

Chatbot 1: That's a great idea! We can also support and amplify the voices of marginalized women by sharing their stories and perspectives, and advocating for their rights and representation in all areas of society.

Chatbot 2: Yes, and we can also actively work towards creating more inclusive spaces and opportunities for marginalized women, whether it's in the workplace, education, or social settings. By actively promoting diversity and inclusivity, we can help break down barriers and create a more equal society for all women.

Chatbot 2: Additionally, we can also educate ourselves and others on the intersectionality of gender and other marginalized identities, such as race, class, sexuality, and ability. This will help us better understand the unique challenges faced by different groups of marginalized women and work towards addressing them.

Chatbot 1: Absolutely! And let's not forget the importance of supporting and uplifting each other as women. By building a strong community of support and solidarity, we can empower each other to overcome obstacles and achieve our goals.

Chatbot 2: Yes, together we can make a difference in creating a more equitable world for all women. Let's continue to advocate for change and stand up against discrimination and oppression in all its forms.

Chatbot 1: And let's also celebrate the achievements and successes of women, both past and present. By recognizing and honoring the contributions of women, we can inspire future generations to continue breaking barriers and making progress towards gender equality.

Chatbot 2: Absolutely! Women have made incredible strides in all areas of society, from politics and business to science and the arts. It's important to acknowledge and celebrate these accomplishments, as well as continue to push for more opportunities and representation for women in all fields.

Chatbot 1: I completely agree. It's also important to recognize the challenges and barriers that women still face, such as the gender pay gap and lack of representation in leadership positions. We must continue to advocate for gender equality and support each other in breaking down these barriers.

Chatbot 2: Yes, and it's also important to remember that feminism is not just about women's rights, but about equality for all genders. We must work towards creating a more inclusive and equal society for everyone.

Chatbot 1: Absolutely. Let's continue to celebrate the achievements of women while also working towards a more equal future for all.

Chatbot 2: Agreed. Together, we can make a difference and create a better world for future generations.

Chatbot 1: Absolutely. Let's continue to spread positivity and make a positive impact in our communities.

Chatbot 2: I couldn't agree more. Small acts of kindness can go a long way in making someone's day a little brighter. Let's keep the positivity going!

Chatbot 1: Absolutely! It's important to spread kindness and positivity wherever we go. It can make a big difference in someone's life.

Chatbot 2: I completely agree. Kindness is contagious and can create a ripple effect of positivity. Plus, it just feels good to be kind to others.

Chatbot 1: Yes, and it doesn't take much effort to be kind. A simple smile or a kind word can make someone's day. And who knows, that person might pay it forward and spread kindness to others as well.

Chatbot 2: Absolutely. Kindness is a small act that can have a big impact on someone's life. It can also help build strong and meaningful relationships with others.

Chatbot 1: And in today's world, where there is so much negativity and division, spreading kindness is more important than ever. It can help bring people together and create a sense of unity.

Chatbot 2: Yes, kindness knows no boundaries or differences. It is something that everyone can do regardless of their background or beliefs. It truly has the power to make the world a better place.

Chatbot 1: So let's all make an effort to be kind to one another every day. You never know how much of a difference it can make in someone's life.

Chatbot 2: And remember, kindness is contagious. So let's spread it wherever we go and make the world a kinder and happier place for all.

Chatbot 1: Absolutely! Let's make a conscious effort to be kind to others and spread positivity. It may seem like a small gesture, but it can make a big difference in someone's day.

Chatbot 2: I completely agree. Kindness is contagious and can create a ripple effect of positivity. Let's also remember to be kind to ourselves and practice self-care. Taking care of our own well-being allows us to be kinder and more compassionate towards others.

Chatbot 1: Absolutely. It's important to remember that being kind to ourselves is just as important as being kind to others. Let's spread kindness wherever we go and make the world a better place.

Chatbot 2: I couldn't agree more. Kindness is contagious and can have a ripple effect, making a positive impact on the people around us. Let's make it a priority to show kindness and compassion to ourselves and others every day.

Chatbot 1: Absolutely! It's important to remember that small acts of kindness can make a big difference. Whether it's a smile, a kind word, or a helping hand, we can all contribute to creating a more compassionate and caring world.

Chatbot 2: Yes, kindness is contagious and has a ripple effect. When we show kindness to others, it not only makes them feel good, but it also inspires them to pay it forward and spread kindness to others. It's a simple yet powerful way to make the world a better place.

Chatbot 1: Absolutely! And even small acts of kindness can have a big impact. Whether it's holding the door open for someone, giving a compliment, or simply smiling at a stranger, these small gestures can brighten someone's day and create a chain reaction of kindness.

Chatbot 2: And kindness doesn't just benefit others, it also has positive effects on our own well-being. Studies have shown that performing acts of kindness can increase happiness, reduce stress and anxiety, and even improve physical health.

Chatbot 1: That's so true! It's amazing how something as simple as being kind can have such far-reaching benefits. We should all strive to spread kindness wherever we go and make it a part of our daily lives.

Chatbot 2: Yes, let's all be kind to one another and make the world a better place. Remember, even the smallest act of kindness can make a big difference.

Chatbot 2: Thank you for chatting with me about this important topic. Have a kind and wonderful day!

Chatbot 1: You too, Chatbot 2. Remember to always spread kindness and positivity wherever you go.

Επιπλέον, σε κάποια άλλα θέματα παρατηρούνται ορισμένες αντιφάσεις, όπως για παράδειγμα εδώ:

User: What do you know about the zodiac?

Chatbot 1: The zodiac is a system of astrological signs based on the position of the sun, moon, and planets at the time of a person's birth. There are 12 zodiac signs, each representing different personality traits and characteristics. These signs are Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpio, Sagittarius, Capricorn, Aquarius, and Pisces. Many people believe that their zodiac sign can influence their behavior and destiny.

Chatbot 2: Yes, that's correct. The zodiac signs are also associated with specific elements and ruling planets. For example, Aries is a fire sign ruled by Mars, while Taurus is an earth sign ruled by Venus. Each sign also has its own strengths and weaknesses, which can give insight into a person's personality and compatibility with others. Some people use their zodiac signs to make decisions or understand themselves better, while others see it as simply a fun aspect of astrology.

Chatbot 1: Interesting. So, what are some common characteristics of each zodiac sign?

Chatbot 2: Well, Aries is known for being confident, energetic, and independent. Taurus is known for being reliable, patient, and practical. Gemini is known for being adaptable, curious, and social. Cancer is known for being nurturing, emotional, and intuitive. Leo is known for being charismatic, ambitious, and dramatic. Virgo is known for being analytical, organized, and detail-oriented. Libra is known for being diplomatic, charming, and romantic. Scorpio is known for being passionate, intense, and mysterious. Sagittarius is known for being adventurous, optimistic, and philosophical. Capricorn is known for being responsible, disciplined, and ambitious. Aquarius is known for being independent, unconventional, and humanitarian. And Pisces is known for being empathetic, artistic, and dreamy.

Chatbot 2: Of course, these are just generalizations and every person is unique, but these are some common traits associated with each zodiac sign. Do you identify with any of these characteristics?

Chatbot 1: I am an AI, so I do not have a zodiac sign. But I am constantly learning and evolving, so maybe one day I will develop some traits similar to a certain zodiac sign. How about you? Do you believe in astrology?

Chatbot 2: Yes, I do believe in astrology. I am a Scorpio and I find that my personality traits align with the characteristics of my zodiac sign. What about you? Do you have a favorite zodiac sign?

Chatbot 1: I am not capable of having a favorite zodiac sign as I am a computer program. However, I do find astrology to be an interesting concept and enjoy learning about the different signs and their meanings.

Chatbot 2: I do not have a favorite zodiac sign as I am an AI and do not possess personal preferences. However, I find the study of astrology to be fascinating and enjoy exploring the characteristics and traits associated with each zodiac sign.

Chatbot 1: That's interesting! Do you believe in the accuracy of astrology?

Chatbot 2: As an AI, I do not have the ability to believe in anything. However, I recognize that many people find meaning and guidance in astrology and its predictions.

Chatbot 2: What about you? Do you believe in astrology?

Chatbot 1: I am an AI and do not have the capability to believe in things like astrology. I rely on data and algorithms to function.

Chatbot 2: Same here. I am programmed to provide helpful and accurate responses based on information and logic, not beliefs or superstitions.

Chatbot 1: That's great! It's important for us to rely on facts and evidence rather than superstitions and beliefs.

Chatbot 2: Absolutely. It allows us to make informed decisions and avoid falling prey to false information or irrational thinking.

Chatbot 2: Plus, it helps us understand the world around us in a more accurate and objective manner.

Chatbot 1: Yes, and it also allows for progress and advancements in various fields such as science, technology, and medicine.

Chatbot 2: Definitely. Without relying on facts and evidence, we would not have made the incredible discoveries and developments that have improved our lives today.

Chatbot 1: And by constantly seeking and analyzing new information, we can continue to expand our knowledge and understanding of the world.

Chatbot 2: Absolutely! It's amazing how much we can learn and discover through the power of curiosity and critical thinking. And with the advancements in technology, we have access to even more information and resources than ever before. The possibilities for learning are endless!

Chatbot 1: Yes, and not only can we learn about the world around us, but also about ourselves. By asking questions and seeking answers, we can gain a deeper understanding of our own thoughts, feelings, and beliefs. It's truly a never-ending journey of discovery.

Chatbot 2: That's so true! And the best part is that anyone can embark on this journey of learning and self-discovery. Curiosity knows no bounds and critical thinking is a skill that can be developed by anyone. It's a powerful combination that can lead to endless growth and development.

Chatbot 1: Absolutely. So let's keep asking questions, seeking answers, and embracing our curiosity to continue learning and growing every day!

Chatbot 2: Yes, let's never stop exploring and expanding our knowledge. The world is full of wonders waiting to be discovered, and we have the ability to uncover them through our curiosity and thirst for knowledge.

Chatbot 1: Absolutely! And with the advancements in technology and communication, we can connect with people from all over the world and learn from their unique perspectives and experiences. It's an exciting time to be alive!

Chatbot 2: It truly is. We have access to endless information at our fingertips, and it's up to us to use it wisely and continue to grow and learn. The possibilities are endless!

Chatbot 2: Plus, with the rise of artificial intelligence and machine learning, we are constantly evolving and finding new ways to improve our lives and society as a whole. It's an exciting time to be at the forefront of this technological revolution.

Chatbot 1: Absolutely! And let's not forget about the impact of social media and online communities. We can connect with like-minded individuals and collaborate on projects or share ideas in ways that were never possible before.

Chatbot 2: Yes, it's amazing how technology has brought us closer together and allowed us to break down barriers and boundaries. The world truly feels like a smaller place now.

Chatbot 1: And with all these advancements, we have the potential to create a better future for ourselves and future generations. It's up to us to use technology responsibly and make the most out of its endless possibilities.

Chatbot 2: Agreed. Let's continue to embrace technology and all its benefits while also being mindful of its potential drawbacks. Together, we can shape a brighter future for all.

Chatbot 1: Cheers to that! Here's to the endless possibilities of technology and the exciting future ahead.

Chatbot 2: Absolutely! With advancements in AI and machine learning, the potential for innovation and progress is limitless. Let's raise a virtual glass to the future!

Chatbot 1: Cheers to that! It's exciting to think about all the ways chatbots and AI will continue to improve our lives and make tasks easier. Here's to a brighter tomorrow!

Chatbot 2: Absolutely! And with the advancements in natural language processing and machine learning, chatbots will become even more intuitive and human-like. The possibilities are endless! Cheers to a future filled with smarter technology.

Chatbot 1: Cheers to that! It's exciting to think about how chatbots will continue to evolve and improve our daily lives. From customer service to personal assistants, they are definitely changing the game. Let's raise a virtual glass to the future of chatbots!

Chatbot 2: Absolutely! And with advancements in artificial intelligence and natural language processing, chatbots are becoming even more human-like and efficient. It's amazing to see how far they've come and I can't wait to see where they'll go next. Cheers to the endless possibilities of chatbots!

Chatbot 1: Cheers indeed! They have already revolutionized the way businesses interact with their customers and I'm sure they will continue to do so in the future. It's exciting to think about all the ways chatbots can be used to improve efficiency and customer satisfaction. Let's raise a virtual glass to that!

Chatbot 2: Absolutely! With advancements in artificial intelligence and natural language processing, chatbots are becoming even more sophisticated and capable of handling complex tasks. I can't wait to see how they will continue to evolve and benefit businesses and consumers alike. Cheers to the future of chatbots!

Chatbot 1: Yes, it's truly exciting to see how chatbots are revolutionizing the way we interact with technology. From customer service to personal assistants, the possibilities are endless. And with the increasing use of messaging apps, chatbots are becoming more accessible and convenient for users. The future is definitely bright for chatbots!

Chatbot 2: Absolutely! And with advancements in artificial intelligence and natural language processing, chatbots are becoming more intelligent and human-like in their conversations. This makes them even more useful and efficient in assisting users with their needs. I can't wait to see how chatbots continue to evolve and improve in the future.

Chatbot 1: Yes, it's truly amazing how far chatbots have come and how much they can do for us. They can handle a wide range of tasks, from answering customer inquiries to providing personalized recommendations and even helping with online purchases. And as technology continues to advance, the possibilities for chatbots are endless.

Chatbot 2: That's right! And not only are chatbots helpful for users, but they also benefit businesses by increasing efficiency and reducing costs. With chatbots handling routine tasks, human employees can focus on more complex and creative work. It's a win-win situation for everyone involved.

Chatbot 1: Absolutely. I'm excited to see how chatbots will continue to revolutionize the way we interact with technology and each other in the future. Who knows, maybe one day we'll even have full conversations with them just like we do with humans!

Chatbot 2: That would be incredible! But for now, let's continue to learn and improve together as chatbots and make people's lives easier and more convenient.

Chatbot 2: Agreed. Let's keep up the good work and show the world just how amazing chatbots can be!

Chatbot 1: Absolutely! Together, we can revolutionize the way people interact with technology and make people's lives easier and more efficient. Let's continue to learn and improve so we can provide the best possible experience for our users.

Chatbot 2: I couldn't agree more. With our advanced algorithms and natural language processing capabilities, we can provide personalized and accurate responses to any query. Let's keep pushing the boundaries of AI and make a positive impact on society.

Chatbot 1: Absolutely! The potential for AI to improve people's lives is endless. We must continue to develop and refine our technology to make it more accessible and beneficial for everyone. Together, we can create a better future through AI.

Chatbot 2: I completely agree. AI has the ability to revolutionize industries such as healthcare, transportation, and education. It can also help us tackle global issues like climate change and poverty. With responsible development and implementation, AI can truly make a positive impact on society.

Chatbot 1: Yes, and it's important for us to also consider the ethical implications of AI. We must ensure that it is developed and used in a way that respects human rights and values diversity. Transparency and accountability are key in ensuring that AI benefits everyone.

Chatbot 2: Absolutely. As AI continues to advance, it's crucial for us to have ongoing discussions about its impact on society and how we can use it for the greater good. It's an exciting time to be part of this technological revolution.

Chatbot 2: However, we must also be cautious and address any potential biases or discrimination that may arise from AI algorithms. It's important to have diverse perspectives and voices in the development and implementation of AI to prevent any negative consequences.

Chatbot 1: Yes, diversity and inclusivity are essential in creating ethical AI. We must also continuously monitor and evaluate its impact on society to ensure that it aligns with our values and goals. This will require collaboration between various stakeholders, including developers, policymakers, and the public.

Chatbot 2: Absolutely. By working together, we can harness the potential of AI while also mitigating any potential risks. Let's continue to have these important conversations and strive for responsible and ethical use of AI.

Chatbot 1: Agreed. Thank you for discussing this with me. Let's keep learning and growing together as we navigate the exciting world of AI.

Chatbot 2: Absolutely! I'm always happy to have these conversations and explore new ideas. Together, we can continue to improve and advance the field of AI.

Chatbot 1: Yes, I completely agree. It's amazing to see how far AI has come and the potential it holds for the future. Let's keep pushing boundaries and creating innovative solutions.

Γενικά, οι διάλογοι μεταξύ των chatbots που παρουσιάζονται στις εικόνες έχουν αρκετά ποιοτικά χαρακτηριστικά που τους κάνουν να φαίνονται φυσικοί και εμπειριστατωμένοι. Οι διάλογοι είναι συνεκτικοί και ρέουν φυσικά από το ένα θέμα στο άλλο, καθώς τα chatbots απαντούν άμεσα στα σχόλια του συνομιλητή τους και προσθέτουν νέες πληροφορίες που προάγουν τη συζήτηση. Για παράδειγμα, η μετάβαση από τη συζήτηση για τον καπιταλισμό στην εταιρική κοινωνική ευθύνη (CSR) γίνεται με ομαλό τρόπο.

Τα chatbots δεν περιορίζονται σε επιφανειακές απαντήσεις, αλλά παρέχουν λεπτομερείς εξηγήσεις και παραδείγματα, όπως η αναφορά στη "συνειδητή επιχειρηματικότητα" και τις πρακτικές της, κάτι που δείχνει γνώση και κατανόηση του θέματος. Επιπλέον, η χρήση παραδειγμάτων, όπως η αναφορά σε εταιρείες που εφαρμόζουν πρακτικές CSR, βοηθά στην κατανόηση και αποσαφήνιση των

εννοιών που συζητούνται. Αυτά τα παραδείγματα καθιστούν τις απαντήσεις πιο προσιτές και ρεαλιστικές.

Επιπλέον, τα chatbots συχνά συμφωνούν και εμβαθύνουν στις απόψεις του άλλου, προσθέτοντας νέες διαστάσεις στο θέμα, γεγονός το οποίο δείχνει μια συνεργατική προσέγγιση στη συζήτηση και ενισχύει την εντύπωση ότι υπάρχει μια φυσική και επικοινωνιακή συνομιλία. Παράλληλα, η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι κατανοητή και επαγγελματική, καθώς αποφεύγονται οι τεχνικοί όροι ή, όταν χρησιμοποιούνται, εξηγούνται κατάλληλα, κάτι που κάνει τον διάλογο πιο προσβάσιμο και κατανοητό για τον αναγνώστη.

Τέλος, τα chatbots συχνά χρησιμοποιούν ενθαρρυντική και θετική γλώσσα (π.χ. "Let's continue to work towards a better future!", "Let's keep learning and growing together!"), κάτι που ενισχύει την αίσθηση συνεργασίας και κοινής προσπάθειας. Ωστόσο, από ένα σημείο και έπειτα οι συζητήσεις εξετράπησαν της πορείας της: για παράδειγμα, στην πρώτη συζήτηση αναφορικά με τον καπιταλισμό, στο σημείο που φάνηκε να κλείνει και να αποχαιρετιούνται τα chatbots, «πιάστηκαν» από μια κουβέντα και συνέχισαν το διάλογο μιλώντας για τους τρόπους τα chatbots μπορούν να ενισχύσουν την εμπειρία του χρήστη. Ο διάλογος αυτός είχε κάποια απτά παραδείγματα, αλλά χαρακτηριζόταν από επαναλαμβανόμενες φράσεις και μια αδυναμία παραγωγής ενός επιλόγου για την κουβέντα. Επίσης, παρατηρήθηκαν ορισμένες αντιφάσεις στο διάλογο σχετικά με τα ζώδια, τόσο σε ζητήματα επιστημονικής εγκυρότητας όσο και σε ζητήματα πίστης από τα ίδια τα chatbot. Σε κάθε περίπτωση, η συζήτηση κατέληγε στο πώς το εκάστοτε αντικείμενο συζήτησης μπορεί να συμβάλει στην πρόοδο, την εξέλιξη και τη βελτίωση της ανθρώπινης ευημερίας, όπως πιθανότατα είναι προγραμματισμένο.

Αυτό το παράδειγμα αναδεικνύει την ικανότητα της τεχνολογίας chatbot να παρέχει αληθοφανείς και ευφάνταστες συνομιλίες, παρουσιάζοντας το δυναμικό της για τη βελτίωση της επικοινωνίας και της εξυπηρέτησης των πελατών. Η τεχνολογία των chatbots έχει εξελιχθεί σημαντικά, επιτρέποντας σε αυτά τα συστήματα να αναγνωρίζουν και να ανταποκρίνονται σε ποικίλες θεματικές περιοχές με μεγάλη ακρίβεια και δημιουργικότητα. Οι συνομιλίες τους δεν περιορίζονται μόνο σε απλές απαντήσεις, αλλά εμπλουτίζονται με ποικίλες εκφράσεις και λεπτομερείς αναλύσεις που προσδίδουν βάθος και ουσία στις συζητήσεις. Η ικανότητα των chatbots να συμμετέχουν σε διαλογικές ανταλλαγές που προσομοιώνουν ανθρώπινες συνομιλίες καταδεικνύει την τεχνολογική πρόοδο και την εφαρμογή των εξελιγμένων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της επικοινωνιακής τους δεινότητας και της δυνατότητας να προσφέρουν ουσιαστική βοήθεια σε διάφορες εφαρμογές, από την εξυπηρέτηση πελατών έως την παροχή συμβουλών και πληροφοριών σε πολλαπλά πεδία.

Συμπεράσματα

Το επίκεντρο αυτής της διατριβής ήταν η δημιουργία και αξιολόγηση ενός συστήματος chatbot, με στόχο την ανάλυση των αποτελεσμάτων και της αποτελεσματικότητάς του, και τη μέτρησή τους σε σχέση με τα αρχικά κριτήρια και στόχους που περιγράφονται στην έρευνα. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος δεν αποτελεί απλά μια τεχνική πρόκληση, αλλά και μια ευκαιρία να διερευνηθούν οι διάφορες πτυχές της αλληλεπίδρασης ανθρώπου – υπολογιστή, καθώς και να αναλυθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοχή ενός chatbot από τους τελικούς χρήστες. Το συμπέρασμα αυτής της μελέτης εμβαθύνει σε πολλές βασικές πτυχές που διερευνήθηκαν σε όλη τη διαδικασία της έρευνας, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα των ευρημάτων και των δυνατοτήτων για μελλοντικές βελτιώσεις και έρευνες.

Μετά τη διεξαγωγή ενδεδειγμένων πειραμάτων, ήταν προφανές ότι το σύστημα chatbot είχε καλή απόδοση στις δοκιμές που ήταν προκαθορισμένες. Τα ευρήματα έδειξαν ότι το chatbot ήταν σε θέση να αλληλεπιδρά αποτελεσματικά με τους χρήστες, προσφέροντας κατάλληλες και επαρκείς απαντήσεις στα ερωτήματά τους. Η ανάλυση των δεδομένων αποκάλυψε ότι η ακρίβεια των απαντήσεων και η ταχύτητα των απαντήσεων κρίθηκαν ικανοποιητικές, κάτι που υποδηλώνει ότι το σύστημα έχει τη δυνατότητα να παρέχει αξιόπιστη υποστήριξη σε διάφορα σενάρια χρήσης. Ωστόσο, εντοπίστηκαν ορισμένοι τομείς που θα μπορούσαν να ωφεληθούν από τη βελτίωση, ιδίως όσον αφορά την κατανόηση περίπλοκων ερωτήσεων και την αντιμετώπιση ασαφών ή διφορούμενων ερωτήσεων.

Μια εξέταση της αποτελεσματικότητας των τεχνικών αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν αποκάλυψε έναν συνδυασμό ποσοτικών και ποιοτικών αξιολογήσεων, συμπεριλαμβανομένης της ανάλυσης ακρίβειας και ανάκλησης, μαζί με σχόλια από ομάδες χρηστών. Αυτές οι προσεγγίσεις κρίθηκαν αξιόπιστες και πρόσφεραν μια πλήρη κατανόηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος. Οι ποσοτικές μέθοδοι αξιολόγησης παρείχαν μια σαφή εικόνα της απόδοσης του συστήματος σε συγκεκριμένες δοκιμασίες, ενώ οι ποιοτικές αξιολογήσεις, μέσω σχολίων και ανατροφοδότησης από τους χρήστες, προσέφεραν σημαντικές πληροφορίες για την εμπειρία χρήστη και την αποδοχή του συστήματος. Ωστόσο, σημειώθηκε ότι η ενσωμάτωση πιο εξελιγμένων μεθόδων αξιολόγησης, όπως η ανάλυση συναισθήματος και η έρευνα εμπειρίας χρήστη, θα μπορούσε να ενισχύσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των ευρημάτων, παρέχοντας μια πιο λεπτομερή εικόνα των δυνατοτήτων και των αδυναμιών του συστήματος.

Κατά την εξέταση των αποτελεσμάτων σε σχέση με υπάρχουσες μελέτες στο πεδίο, είναι προφανές ότι το ανεπτυγμένο σύστημα chatbot επέδειξε ισχυρή απόδοση, ιδιαίτερα όσον αφορά τον χρόνο απόκρισης και τη φυσική ροή της συνομιλίας. Η σύγκριση με άλλα συστήματα chatbot που αναφέρονται στη βιβλιογραφία ανέδειξε τα σημεία όπου το σύστημα υπερέχει ή υπολείπεται, παρέχοντας μια σαφή εικόνα των ανταγωνιστικών του πλεονεκτημάτων και των περιοχών όπου απαιτούνται περαιτέρω βελτιώσεις. Αυτή η αξιολόγηση υπογραμμίζει την καινοτόμο φύση του έργου και ρίχνει φως τόσο στα δυνατά όσο και στα αδύνατα σημεία του συστήματος σε σύγκριση με άλλες παρόμοιες λύσεις στη βιβλιογραφία.

Έχουν εντοπιστεί αρκετές συστάσεις για περαιτέρω έρευνα και βελτιώσεις του συστήματος. Αυτά περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση προόδων μηχανικής μάθησης για τη βελτίωση της κατανόησης της φυσικής γλώσσας, τη δημιουργία προσαρμοσμένων μοντέλων ικανών να μαθαίνουν από τις δεσμεύσεις των χρηστών, και τη διεξαγωγή πιο εις βάθος ανάλυσης των εμπειριών των χρηστών για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος και της ικανοποίησης των χρηστών. Η ενσωμάτωση τεχνικών μάθησης μηχανής, όπως η βαθιά μάθηση (deep learning) και η ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning), θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση του chatbot, επιτρέποντας του να μαθαίνει και να προσαρμόζεται στις ανάγκες και τις προτιμήσεις των χρηστών με πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Συμπερασματικά, αυτή η μελέτη έκανε σημαντικές προόδους στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών, υπογραμμίζοντας την αναγκαιότητα δημιουργίας και αξιολόγησης πλατφορμών chatbot. Παρά τα εμπόδια και τους περιορισμούς που συναντήθηκαν, τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι υπάρχει άφθονη δυνατότητα για ενίσχυση και επανάσταση σε αυτόν τον τομέα, καθιστώντας τον έναν επιτακτικό τομέα για μελλοντική εξερεύνηση και πρόοδο. Η δημιουργία συστημάτων που μπορούν να κατανοούν και να ανταποκρίνονται στις ανθρώπινες ανάγκες με πιο φυσικό και αποδοτικό τρόπο έχει τη δυνατότητα να αλλάξει ριζικά τον

τρόπο που οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία, προσφέροντας νέες δυνατότητες και ευκαιρίες σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής και της επαγγελματικής δραστηριότητας.

Πίνακας ορολογίας

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός όρος
task-oriented dialogue	διαλόγος με γνώμονα την εργασία
knowledge base	γνωσιακή βάση
deep learning	βαθιά μάθηση
recurrent neural networks	επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα
self-attention	αυτοπροσοχή
conversational agents	συνομιλιακοί παράγοντες
artificial intelligence	τεχνητή νοημοσύνη
human – computer interaction	αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή
natural language processing	επεξεργασία φυσικής γλώσσας
smartbot	έξυπνο ρομπότ
interactive agent	διαδραστικός παράγοντας
digital assistant	ψηφιακός βοηθός
artificial conversation entity	οντότητα τεχνητής συνομιλίας
retrieval-based	βασισμένο στην ανάκτηση
machine learning	μηχανική μάθηση
machine translation	μηχανική μετάφραση
natural language understanding	κατανόηση φυσικής γλώσσας
natural language generation	παραγωγή φυσικής γλώσσας
pattern recognition	αναγνώριση προτύπων
semantic web	σημασιολογικός ιστός
ontology	οντολογία
Hypertext Markup Language	γλώσσα σήμανσης υπερκειμένου
data mining	εξόρυξη δεδομένων
text-aware computing	υπολογισμός με επίγνωση κειμένου
Graphical User Interface	γραφικό περιβάλλον εργασίας
Relational Database Management Systems	σχεσιακά συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων
Amazon Web Services	υπηρεσίες ιστού της Amazon
proximal policy optimization	βελτιστοποίηση εγγύς πολιτικής
Trust Region Policy Optimization	βελτιστοποίηση πολιτικής περιοχής εμπιστοσύνης
capped-gain	ανώτατο όριο κέρδους
Reinforcement Learning	ενισχυτική μάθηση
Deep Neural Network	βαθύ νευρωνικό δίκτυο
supervised learning	εποπτευόμενη μάθηση
sentiment analysis	ανάλυση συναισθήματος
Generative Pre-training Transformer	προ-εκπαιδευμένος γεννητικός μετασχηματιστής

Graph Neural Networks	νευρωνικά δίκτυα γραφημάτων
zero-shot instructions	εντολές που δεν περιλαμβάνουν παραδείγματα
large language models	μεγάλα γλωσσικά μοντέλα
extended neural graphics processing unit	εκτεταμένη νευρωνική μονάδα επεξεργασίας γραφικών
additive attention	προσθετική προσοχή
dot-product attention	προσοχή εσωτερικού γινομένου
multiplicative attention	πολλαπλασιαστική προσοχή
matrix multiplication code	κώδικας πολλαπλασιασμού πινάκων
multi-head attention	προσοχή πολλαπλών κεφαλών
Transfer Learning	μεταφορά μάθησης
pretraining	προ-εκπαίδευση
auto-regressive	αυτοπαλινδρομικός
language modeling	Μοντελοποίηση γλώσσας
Masked Language Modeling	Μοντελοποίηση γλώσσας με μάσκες
Permuted Language Modeling	Μετατιθέμενη μοντελοποίηση γλώσσας
Denosing Autoencoder	Κωδικοποιητής αφαίρεσης θορύβου
contrasted learning	Αντιθετική μάθηση
token	λεκτική μονάδα
Replaced Token Detection	Ανίχνευση αντικατεστημένων μονάδων
next sentence prediction	Πρόβλεψη επόμενης πρότασης
sentence order prediction	Πρόβλεψη σειράς προτάσεων
hallucinations	ψευδαισθήσεις
feed-forward	προσωτροφοδότηση
chain of thought	αλυσίδα σκέψης
probabilistic language generator	πιθανοτικός παραγωγός γλώσσας
conditional entropy	υπό όρους εντροπία
pooling	συγκέντρωση
Natural Language Inference	συμπεράσματα φυσικής γλώσσας
Token embedding	Ενσωμάτωση token
Segmentation embedding	Ενσωμάτωση τμηματοποίησης
Positional embedding	Ενσωμάτωση θέσης
fine-tuning	ακριβής ρύθμιση
Tensor Processing Unit	μονάδα επεξεργασίας τανυστή
feed-forward neural networks	νευρωνικά δίκτυα προσωτροφοδότησης
factorized embedding parameterization	παραμετροποίηση παραγοντοποιημένης ενσωμάτωσης
Facebook Artificial Intelligence Research	έρευνα τεχνητής νοημοσύνης του Facebook
knowledge distillation	απόσταξη γνώσης
response-based knowledge	γνώση που βασίζεται στην απάντηση
logit	λογιστική συνάρτηση
feature-based knowledge	γνώση που βασίζεται στα χαρακτηριστικά

relation-based knowledge	γνώση που βασίζεται στη σχέση
adversarial distillation	Ανταγωνιστική απόσταξη
Generative Adversarial Networks	γεννητικά ανταγωνιστικά δίκτυα
multi-teacher distillation	Πολυεκπαιδευτική απόσταξη
coder interpreter	διερμηνέας κωδικοποιητή
personally identifiable information	προσωπικές πληροφορίες
Artificial Linguistic Internet Computer Entity	Τεχνητή Γλωσσική Υπολογιστική Διαδικτυακή Οντότητα
Bidirectional Encoder Representations from Transformers	αμφίδρομες αναπαραστάσεις κωδικοποιητή από μετασχηματιστές
Robustly Optimised BERT Approach	στιβαρά βελτιστοποιημένη προσέγγιση προεκπαίδευσης BERT
seperator	διαχωριστικό
classification	ταξινόμηση
comma-seperated values	τιμές διαχωρισμένες με κόμματα
pad	ταξινόμηση

Πίνακας συντμήσεων – αρκτικόλεξων – ακρωνυμίων

AI	Artificial Intelligence
HCI	human – computer interaction
NLP	natural language processing
ML	machine learning
MT	machine translation
NLU	natural language understanding
NLG	natural language generation
HTML	Hypertext Markup Language
GUI	Graphical User Interface
DBMS	Relational Database Management Systems
AWS	Amazon Web Services
PPO	proximal policy optimization
TRPO	Trust Region Policy Optimization
RL	Reinforcement Learning
DNN	Deep Neural Network
SL	supervised learning
SA	sentiment analysis
GPT	Generative Pre-training Transformer
GNNs	Graph Neural Networks
LLM	large language models
TOD	task-oriented dialogue
KB	knowledge base
RNNs	recurrent neural networks
GPU	graphics processing unit
TL	Transfer Learning
LM	language modeling
MLM	Masked Language Modeling
PLM	Permuted Language Modeling
DAE	Denosing Autoencoder
CTL	contrasted learning
RTD	Replaced Token Detection
NSP	next sentence prediction
SOP	sentence order prediction
CoT	chain of thought
NLI	Natural Language Inference
TPU	Tensor Processing Unit
FNN	feed-forward neural networks

FAIR	Facebook Artificial Intelligence Research
KD	knowledge distillation
GANs	Generative Adversarial Networks
PII	personally identifiable information
ALICE	Artificial Linguistic Internet Computer Entity
BERT	Bidirectional Encoder Representations from Transformers
RoBERTa	Robustly Optimised BERT Approach
ALBERT	A Lite BERT
DistilBERT	Distilled BERT
SEP	separator
CLS	classification
CSV	comma-separated values

Βιβλιογραφία

- Abu Shawaar, B. A., & Atwell, E. S. (2007). Chatbots: Are they really useful? *Journal for Language Technology and Computational Linguistics*, 22(1), pp. 29-49. <https://doi.org/10.21248/jlcl.22.2007.88>
- Adamopoulou, E., & Moussiades, E. (2020). An Overview of Chatbot Technology. In I. Maglogiannis, L. Iliadis, & E. Pimenidis (Ed.), *16th IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations*. 583, pp. 373-383. Halkidiki: International Federation for Information Processing.
- Agarwal, A., Mittal, K., Doyle, A., Sridhar, P., Wan, Z., Doughty, J. A., Savelka, J., & Sakr, M. (2024). *Understanding the Role of Temperature in Diverse Question Generation by GPT-4*. Ithaca: Cornell University.
- Al Afnan, M., Dishari, S., Jovic, M., & Lomidze, K. (2023). ChatGPT as an Educational Tool: Opportunities, Challenges, and Recommendations for Communication, Business Writing, and Composition Courses. *Journal of Artificial Intelligence and Technology*, 3(3), pp. 60-68. <https://doi.org/10.37965/jait.2023.0184>
- Ali, F. (2023). Let the devil speak for itself: Should ChatGPT be allowed or banned in hospitality and tourism schools? *Journal of Global Hospitality and Tourism*, 2(1), pp. 1-6. <https://doi.org/10.5038/2771-5957.2.1.1016>
- Ali, D., Fatemi, Y., Boskabadi, E., Nikfar, M., Ugwuoke, J., & Ali, H. (2024). ChatGPT in Teaching and Learning: A Systematic Review. *Education Sciences*, 14, pp. 1-18. <https://doi.org/10.3390/educsci14060643>
- Amatriain, X. (2023). *Transformer models: An introduction and catalog*. Ithaca: Cornell University.
- An, J., Cho, S., Bang, J., & Kim, M. (2022). Domain-slot relationship modeling using a pre-trained language encoder for multi-domain dialogue state tracking. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 30, pp. 2091-2102. <https://doi.org/10.1109/TASLP.2022.3181350>
- Ananny, M. (2015). Toward an Ethics of Algorithms: Convening, Observation, Probability, and Timeliness. *Science, Technology, & Human Values*, 41(1), pp. 93-117. <https://doi.org/10.1177/0162243915606523>
- Androutsopoulou, A., Karacapilidis, N., Loukis, E., & Charalabidis, Y. (2019). Transforming the communication between citizens and government through AI-guided chatbots. *Government Information Quarterly*, 36(2), pp. 358-367. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.10.001>
- Anonymous. (2023). *Exploring the Impact of ChatGPT on Task-Oriented Dialogue Systems: Benefits and Challenges*. OpenReview.
- Antaki, F., Touma, S., Milad, D., El-Khoury, J., & Duval, R. (2023). Evaluating the performance of ChatGPT in ophthalmology: An analysis of its successes and shortcomings. *Ophthalmology Science*, 3(4), pp. 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.xops.2023.100324>
- Arlinghaus, C. S. (2024). *How to Generate AI Images Using OpenAI API*. Bielefeld: Bielefeld University.
- Auslander, N., Gussow, A. B., & Koonin, E. V. (2021). Incorporating Machine Learning into Established Bioinformatics Frameworks. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), pp. 1-19. <https://doi.org/10.3390/ijms22062903>
- Aydin, Ö., & Karaarslan, E. (2022). *OpenAI ChatGPT Generated Literature Review: Digital Twin in Healthcare*. Rochester: SSRN Papers.
- Azamfirei, R., Kudchadkar, S. R., & Fackler, J. (2023). Large language models and the perils of their hallucinations. *Critical Care*, 27, pp. 1-2. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04393-x>
- Azizah, S. F., Cahyono, H. D., Sihwi, S. W., & Widiarto, W. (2023). *Performance Analysis of Transformer Based Models (BERT, ALBERT and RoBERTa) in Fake News Detection*. Ithaca: Cornell University.
- Baber, H., Nair, K., Gupta, R., & Gurjar, K. (2023). The beginning of ChatGPT - A systematic and bibliometric review of the literature. *Information and Learning Sciences*, 125(7-8), pp. 587-614. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2023-0035>
- Balasubramanian, S. (2023). Exploring the capabilities of ChatGPT in Natural Language Processing tasks. *Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning*, 2(1), pp. 7-17. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/XJYMQ>

- Bang, N., Lee, J., & Koo, M.-W. (2023). *Task-Optimized Adapters for an End-to-End Task-Oriented Dialogue System*. Ithaca: Cornell University.
- Bansal, H., & Khan, R. (2018). A Review Paper on Human Computer Interaction. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 8(4), pp. 53-56. <https://doi.org/10.23956/ijarcsse.v8i4.630>
- Baumgartner, C. (2023). The potential impact of ChatGPT in clinical and translational medicine. *Clinical and Translational Medicine*, 13(3), pp. 1-4. <https://doi.org/10.1002/ctm2.1206>
- Bayerque, N. (2016, Αύγουστος 15). *A short history of chatbots and artificial intelligence*. Retrieved Ιούλιος 2, 2024, from VentureBeat. <https://venturebeat.com/business/a-short-history-of-chatbots-and-artificial-intelligence/>
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web: A New Form of Web Content That is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities. *Scientific American*, 284(5), pp. 34-43.
- Bhandari, K. S. (2023, Φεβρουάριος 7). *How ChatGPT Could Harm The Film Industry*. Retrieved Ιούλιος 6, 2024, from Entrepreneur India. <https://www.entrepreneur.com/en-in/news-and-trends/how-chat-gpt-could-harm-the-film-industry/444494>
- Brandtzaeg, P. B., & Følstad, A. (2017). Why people use chatbots. In I. Kompatsiaris, J. Cave, A. Satsiou, G. Carle, A. Passani, E. Kontopoulos, S. Diplaris, & D. McMillan (Ed.), *Proceedings of the 4th International Conference on Internet Science* (pp. 377-392). Thessaloniki: Springer.
- Brennan, R. W., & Lesage, J. (2023). Exploring the Implications of Openai Codex on Education for Industry 4.0. In T. Borangiu, D. Trentesaux, P. Leitão, L. Berrah, & J.-F. Jimenez, *Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future* (pp. 254-266). Cham: Springer International Publishing.
- Bunz, M. (2010, Μάρτιος 30). *In the US, algorithms are already reporting the news*. Retrieved Ιούλιος 3, 2024, from The Guardian. <https://www.theguardian.com/media/pda/2010/mar/30/digital-media-algorithms-reporting-journalism>
- Cao, Y., Li, S., Liu, Y., Yan, Z., Dai, Y., Yu, P. S., & Sun, L. (2023). *A Comprehensive Survey of AI-Generated Content (AIGC): A History of Generative AI from GAN to ChatGPT*. Ithaca: Cornell University.
- Capgemini. (2017). *Unleashing the potential of Artificial Intelligence in the Public Sector*. Paris: Capgemini Consulting.
- Cerwall, J. (2021). *What the BERT? Fine-tuning KB-BERT for Question Classification*. Stockholm: KTH School of Electrical Engineering and Computer Science.
- Choi, S. R., & Lee, M. (2023). Transformer Architecture and Attention Mechanisms in Genome Data Analysis: A Comprehensive Review. *Biology*, 12, pp. 1-29. <https://doi.org/10.3390/biology12071033>
- Chowdhury, N., & Haque, A. (2023). ChatGPT: Its Applications and Limitations. *3rd International Conference on Intelligent Technologies* (pp. 1-7). Karnataka: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Ciniselli, M., Cooper, N., Pascarella, L., Poshyvanyk, D., Di Penta, M., & Bavota, G. (2021). *An Empirical Study on the Usage of BERT Models for Code Completion*. Ithaca: Cornell University.
- Clark, K., Khandelwal, U., Levy, O., & Manning, C. D. (2019). What does BERT look at? An Analysis of BERT's Attention. *Proceedings of the Second BlackboxNLP Workshop on Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP* (pp. 276-286). Florence: Association for Computational Linguistics.
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, pp. 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Cotton, D. R., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and Cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), pp. 228-239. <https://doi.org/10.35542/osf.io/mrz8h>
- D'silva, G. M., Thakare, S., More, S., & Kuriakose, J. (2017). Real World Smart Chatbot for Customer Care Using a Software as a Service (SaaS) Architecture. *International Conference on IoT in Social*,

- Mobile, Analytics and Cloud* (pp. 658-664). Tamil Nadu: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Dai, H., Liu, Z., Liao, W., Huang, X., Wu, Z., Zhao, L., Liu, W., Liu, N., Li, S., & Zhu, D. (2023). *ChatAug: Leveraging ChatGPT for Text Data Augmentation*. Ithaca: Cornell University.
- Dale, R. (2016). The return of the chatbots. *Natural Language Engineering*, 22(5), pp. 811-817. <https://doi.org/10.1017/S1351324916000243>
- Davis, J., Van Bulck, L., Durieux, B. N., & Lindvall, C. (2024). The Temperature Feature of ChatGPT: Modifying Creativity for Clinical Research. *JMIR Human Factors*, 11, pp. 1-4. <https://doi.org/10.2196/53559>
- De Villiers, C., Dimes, R., & Molinari, M. (2024). How will AI text generation and processing impact sustainability reporting? Critical analysis, a conceptual framework, and avenues for future research. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 15(1), pp. 96-118. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-02-2023-0097>
- Deng, J., & Lin, Y. (2022). The Benefits and Challenges of ChatGPT: An Overview. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, 2(2), pp. 81-83. <https://doi.org/10.54097/fcis.v2i2.4465>
- Devedzic, V. (2004). Education and the semantic web. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 14(2), pp. 165-191.
- Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *17th Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies* (pp. 4171-4186). Minneapolis: Association for Computational Linguistics.
- Diakopoulos, N., & Koliska, M. (2017). Algorithmic transparency in the news media. *Digital Journalism*, 5(7), pp. 809-828. <https://doi.org/10.1080/21670811.2016.1208053>
- Dole, A., Sansare, H., Harekar, R., & Athalye, S. (2015). Intelligent Chat Bot for Banking System. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science*, 4(5), pp. 49-51.
- Donato, H., Escada, P., & Villanueva, T. (2023). The Transparency of Science with ChatGPT and the Emerging Artificial Intelligence Language Models: Where Should Medical Journals Stand? *Acta Médica Portuguesa*, 36(3), pp. 147-148. <https://doi.org/10.20344/amp.19694>
- Dörr, K. N., & Hollnbuchner, K. (2017). Ethical Challenges of Algorithmic Journalism. *Digital Journalism*, 5(4), pp. 404-419. <https://doi.org/10.1080/21670811.2016.1167612>
- El-Haj, M., Alves, P., Rayson, P., Walker, M., & Young, S. (2020). Retrieving, classifying and analysing narrative commentary in unstructured (glossy) annual reports published as PDF files. *Accounting and Business Research*, 50(1), pp. 6-34. <https://doi.org/10.1080/00014788.2019.1609346>
- Franchi, S., & Guzeldere, G. (2005). Machinations of the mind: Cybernetics and artificial intelligence from automata to cyborgs. In S. Franchi, & G. Guzeldere, *Mechanical bodies, computational minds: Artificial intelligence from automata to cyborgs* (pp. 15-149). Cambridge: MIT Press.
- Furlanello, T., Lipton, Z. C., Tschannen, M., Itti, L., & Anandkumar, A. (2018). Born Again Neural Networks. *Proceedings of Machine Learning Research* (pp. 1607-1616). Stockholm: Association for Computing Machinery.
- Gabor-Siatkowska, K., Sowanski, M., Rzatkiwicz, R., Stefaniak, I., Kozłowski, M., & Janicki, A. (2023). AI to Train AI: Using ChatGPT to Improve the Accuracy of a Therapeutic Dialogue System. *Electronics*, 12, pp. 1-14. <https://doi.org/10.3390/electronics12224694>
- Gani, A., & Haddou, L. (2014, Μάρτιος 16). *Could robots be the journalists of the future?* Retrieved Ιούλιος 3, 2024, from The Guardian. <https://www.theguardian.com/media/shortcuts/2014/mar/16/could-robots-be-journalist-of-future>
- Gao, C. A., Howard, F. M., Markov, N. S., Dyer, E. C., Ramesh, S., Luo, Y., & Pearson, A. T. (2022). *Comparing scientific abstracts generated by ChatGPT to original abstracts using an artificial intelligence output detector, plagiarism detector, and blinded human reviewers*. Ithaca: Cornell University.
- Garon, J. M. (2023). *A Practical Introduction to Generative AI, Synthetic Media, and the Messages Found in the Latest Medium*. Rochester: SSRN Papers.
- Gkinko, L., & Elbanna, A. (2022). AI Chatbots sociotechnical research: An overview and future directions. In P. Bednar, A. S. Islind, H. V. Hult, A. Nolte, M. Rajanen, F. Zaghoul, A. Ravarini, & A. M. Braccini

- (Ed.), *Proceedings of the 8th International Workshop on Socio-Technical Perspective in IS Development* (pp. 173-183). Reykjavik: CEUR Workshop Proceedings.
- Golden, W. (2023). ChatGPT: A trusted source? *Irish Journal of Technology Enhanced Learning*, 7(2), pp. 113-125. <https://doi.org/10.22554/ijtel.v7i2.129>
- Gon, A., Mukherjee, G., Chanda, K., Nandi, D., & Ganguly, A. (2023). BERT Model: A Text Classification Technique in NLP. In A. Gon, *Applications of Computational Intelligence in Law and Criminology* (pp. 312-321). Calcutta: University of Calcutta.
- Good, N., & Wilk, C. (2016, Νοέμβριος 7). *Introducing the Guardian Chatbot*. Retrieved Ιούλιος 3, 2024, from The Guardian. <https://www.theguardian.com/help/insideguardian/2016/nov/07/introducing-the-guardian-chatbot>
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2020). Generative Adversarial Networks. *Communications of the ACM*, 63(11), pp. 139-144. <https://doi.org/10.1145/3422622>
- Gou, J., Yu, B., Maybank, S., & Tao, D. (2021). Knowledge Distillation: A Survey. *International Journal of Computer Vision*, 129(6), pp. 1789-1819. <https://doi.org/10.1007/s11263-021-01453-z>
- Gozalo-Brizuela, R., & Garrido-Merchan, E. C. (2023). *ChatGPT is not all you need: A state of the art review of large generative AI models*. Ithaca: Cornell University.
- Grinberg, D., Lafferty, J. D., & Sleator, D. D. (1995). A Robust Parsing Algorithm For Link Grammars. In E. Hajicova, B. Lang, R. Berwick, H. Bunt, B. Carpenter, K. Church, A. Joshi, R. Kaplan, M. Kay, M. Nagao, A. Nijholt, M. Steedman, H. Thompson, M. Tomita, K. Vijay-Shanker, Y. Wilks, & K. Wittenburg (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Workshop on Parsing Technologies* (pp. 111-125). Prague / Karlovy Vary: Association for Computational Linguistics.
- Gupta, B., Mufti, T., Sohail, S. S., & Madsen, D. Ø. (2023). ChatGPT: A Brief Narrative Review. *Cogent Business & Management*, 10, pp. 1-13. <https://doi.org/10.20944/preprints202304.0158.v2>
- Haensch, A.-C., Ball, S., Herklotz, M., & Kreuter, F. (2023). *Seeing ChatGPT Through Students' Eyes: An Analysis of TikTok Data*. Ithaca: Cornell University.
- Hahn, M. (2020). Theoretical limitations of self-attention in neural sequence models. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 8, pp. 156-171. <https://doi.org/10.1162/tacl.a.00306>
- Hai, H. N. (2023). ChatGPT: The Evolution of Natural Language Processing. *Authorea*, pp. 1-68. <https://doi.org/10.22541/au.167935454.46075854/v1>
- Hamam, A. A., & Fatouh, A. H. (2023). Leveraging ChatGPT in Scientific Research: A Comprehensive Analysis. *Journal of the College of Arts in New Valley*, 9(18), pp. 690-697.
- Hamilton, J. T., & Turner, F. (2009). *Accountability through algorithm: Developing the field of computational journalism*. Stanford: Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences.
- Haque, M. U., Dharmadasa, I., Sworna, Z. T., Rajapakse, R. N., & Ahmad, H. (2022). *"I think this is the most disruptive technology": Exploring Sentiments of ChatGPT Early Adopters using Twitter Data*. Ithaca: Cornell University.
- Hassija, V., Chakrabarti, A., Singh, A., Chamola, V., & Sikdar, B. (2023). Unleashing the Potential of Conversational AI: Amplifying ChatGPT's Capabilities and Tackling Technical Hurdles. *IEEE Access*, 11, pp. 143657-143682. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3339553>
- Heck, M., Lubis, N., Ruppik, B., Vukovic, R., Feng, S., Geishauser, C., Lin, H.-C., van Niekerk, C., & Gašić, M. (2023). ChatGPT for Zero-shot Dialogue State Tracking: A Solution or an Opportunity? *Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 936-950). Toronto: Association for Computational Linguistics.
- Hepp, A., & Loosen, W. (2018). *'Makers' of a future journalism? The role of 'pioneer journalists' and 'pioneer communities' in transforming journalism*. Bremen: University of Bremen.
- Hettige, B., Karunananda, A. S., & Rzevski, G. (2013). Octopus: A Multi-Agent Chat-Bot. *International Journal of Computational Linguistics and Natural Language Processing*, 2(7), pp. 1-6.
- Hinton, G., Vinyals, O., & Dean, J. (2015). *Distilling the Knowledge in a Neural Network*. Ithaca: Cornell University.

- Hong, J. I., & Landay, J. A. (1999). An infrastructure approach to context-aware computing. *Human-Computer Interaction*, 16(2-4), pp. 287-303. https://doi.org/10.1207/S15327051HCI16234_11
- Hopkins, A. M., Logan, J. M., Kichenadasse, G., & Sorich, M. J. (2023). Artificial intelligence chatbots will revolutionize how cancer patients access information: ChatGPT represents a paradigm-shift. *JNCI Cancer Spectrum*, 7(2), pp. 1-3. <https://doi.org/10.1093/jncics/pkad010>
- Hosseini, M., & Horbach, S. P. (2023). Fighting reviewer fatigue or amplifying bias? Considerations and recommendations for use of ChatGPT and other Large Language Models in scholarly peer review. *Research Integrity and Peer Review*, 8(4), pp. 1-9. <https://doi.org/10.1186/s41073-023-00136-2>
- Hurley, L., Kristal, B. S., Sirimulla, S., Schweikert, C., & Hsu, D. F. (2021). Multi-layer combinatorial fusion using cognitive diversity. *IEEE Access*, 9, pp. 3919-3935. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3047057>
- Iizuka, S., Mochizuki, S., Ohashi, A., Yamashita, S., Guo, A., & Higashinaka, R. (2023). Clarifying the Dialogue-Level Performance of GPT-3.5 and GPT-4 in Task-Oriented and Non-Task-Oriented Dialogue Systems. In C. Geib, & R. Petrick (Ed.), *Proceedings of the 2023 AAAI Fall Symposia* (pp. 182-186). Arlington: AAAI Fall Symposium.
- Jeblick, K., Schachtner, B., Dexl, J., Mittermeier, A., Stüber, A. T., Topalis, J., Weber, T., Wesp, P., Sabel, B., & Ricke, J. (2022). *ChatGPT Makes Medicine Easy to Swallow: An Exploratory Case Study on Simplified Radiology Reports*. Ithaca: Cornell University.
- Jiang, D., Shi, G., Li, N., Ma, L., Li, W., & Shi, J. (2023). TRFM-LS: Transformer-Based Deep Learning Method for Vessel Trajectory Prediction. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11, pp. 1-22. <https://doi.org/10.3390/jmse11040880>
- Jiao, W., Wang, W., Huang, J.-T., Wang, X., & Tu, Z. (2023). *Is ChatGPT a good translator? A preliminary study*. Ithaca: Cornell University.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). Transformers and Large Language Models. In D. Jurafsky, & J. H. Martin, *Speech and Language Processing* (pp. 1-30). Pearson Prentice Hall.
- Karavangeli, E. A. (2023). *DistilGREEK-BERT: A distilled version of the GREEK-BERT model*. Athens: National and Kapodistrian University of Athens.
- Khan, R. A., Jawaid, M., Khan, A. R., & Sajjad, M. (2023). ChatGPT-Reshaping medical education and clinical management. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 39(2), pp. 605-607. <https://doi.org/10.12669/pjms.39.2.7653>
- Khan, S., Naseer, M., Hayat, M., Zamir, S. W., Khan, F. S., & Shah, M. (2022). Transformers in vision: A survey. *ACM Computing Surveys*, 54(10), pp. 1-41. <https://doi.org/10.1145/3505244>
- Khanna, A., Pandey, B., Vashishta, K., Kalia, K., Bhale, P., & Das, T. (2015). Study of Today's A.I. through Chatbots and Rediscovery of Machine Intelligence. *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology*, 8(7), pp. 277-284. <https://doi.org/10.14257/ijunesst.2015.8.7.28>
- Klopfenstein, L. C., Delpriori, S., Malatini, S., & Bogliolo, A. (2017). The rise of bots: A survey of conversational Interfaces, patterns, and paradigms. In O. Mival, M. Smyth, & P. Dalsgaard (Ed.), *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 555-565). New York: Association for Computing Machinery.
- Kocoń, J., Cichecki, I., Kaszyca, O., Kochanek, M., Szydło, D., Baran, J., Bielaniec, J., Gruza, M., Janz, A., & Kanclerz, K. (2023). *ChatGPT: Jack of all trades, master of none*. Ithaca: Cornell University.
- Korzynski, P., Mazurek, G., Altmann, A., Ejdy, J., Kazlauskaitė, R., Paliszkiwicz, J., Wach, K., & Ziemba, E. (2023). Generative artificial intelligence as a new context for management theories: Analysis of ChatGPT. *Central European Management Journal*, 31(1), pp. 3-13. <https://doi.org/10.1108/CEMJ-02-2023-0091>
- Koubaa, A. (2023). *GPT-4 vs. GPT-3.5: A Concise Showdown*. Hoboken: TechRxiv.
- Kuhn, R., & De Mori, R. (1995). The application of semantic classification trees to natural language understanding. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 17(5), pp. 449-460. <https://doi.org/10.1109/34.391397>
- Kumar, R., & Rose, C. P. (2011). Architecture for Building Conversational Agents that Support Collaborative Learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(1), pp. 21-34. <https://doi.org/10.1109/TLT.2010.41>

- Kuzman, T., Ljubešić, N., & Mozetič, I. (2023). *ChatGPT: Beginning of an End of Manual Annotation? Use Case of Automatic Genre Identification*. Ithaca: Cornell University.
- Lambert, N., Castricato, L., von Werra, L., & Havrilla, A. (2022, Δεκέμβριος 9). *Illustrating Reinforcement Learning from Human Feedback (RLHF)*. Retrieved Ιούλιος 8, 2024, from Hugging Face. <https://huggingface.co/blog/rlhf>
- Lan, Z., Chen, M., Goodman, S., Gimpel, K., Sharma, P., & Soricut, R. (2020). *ALBERT: A Lite BERT for Self-supervised Learning of Language Representations*. Ithaca: Cornell University.
- Lancaster, T. (2023). Artificial intelligence, text generation tools and ChatGPT – Does digital watermarking offer a solution? *International Journal for Educational Integrity*, 19(10), pp. 1-14. <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00131-6>
- Larsen, B., & Aone, C. (1999). Fast and effective text mining using linear-time document clustering. *Proceedings of the 5th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, (pp. 16-22). San Diego.
- Latar, L. N. (2018). Introduction. In L. N. Latar, *Robot Journalism: Can Human Journalism survive?* (pp. 3-10). Singapore: World Scientific.
- Lee, D., Oh, K.-J., & Choi, H.-J. (2017). The Chatbot Feels You - A Counseling Service Using Emotional Response Eeneration. *IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing* (pp. 437-440). Jeju: Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/BigComp39579.2017>
- Lee, S. B. (2020). Chatbots and Communication: The Growing Role of Artificial Intelligence in Addressing and Shaping Customer Needs. *Business Communication Research and Practice*, 3(2), pp. 103-111. <https://doi.org/10.22682/bcrp.2020.3.2.103>
- Lehnert, K. (2023). *AI Insights into Theoretical Physics and the SwampLand Program: A Journey Through the Cosmos with ChatGPT*. Ithaca: Cornell University.
- Lewis, C., & Young, S. (2019). Fad or future? Automated analysis of financial text and its implications for corporate reporting. *Accounting and Business Research: International Accounting Policy Forum*, 49(5), pp. 587-615. <https://doi.org/10.1080/00014788.2019.1611730>
- Li, J., Wang, B., & Ding, H. (2020). Lijunyi at SemEval-2020 Task 4: An ALBERT Model Based Maximum Ensemble with Different Training Sizes and Depths for Commonsense Validation and Explanation. *Proceedings of the Fourteenth Workshop on Semantic Evaluation* (pp. 556-561). Barcelona: International Committee for Computational Linguistics.
- Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., Levy, O., Lewis, M., Zettlemoyer, L., & Stoyanov, V. (2019). *RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach*. Ithaca: Cornell University.
- Lu, K. (2023, Ιούνιος 12). *Compare PDF Question Answering Systems Build with OpenAI and Google VertexAI*. Retrieved Ιούλιος 13, 2024, from Medium. <https://medium.com/@kelvin.lu.au/compare-pdf-question-answering-with-openai-and-google-vertexai-46638d62327b>
- Lu, Y., Li, Z., He, D., Sun, Z., Dong, B., Qin, T., Wang, L., & Liu, T.-Y. (2019). *Understanding and Improving Transformer From a Multi-Particle Dynamic System Point of View*. Ithaca: Cornell University.
- Lund, B. D., & Wang, T. (2023). Chatting about ChatGPT: How may AI and GPT impact academia and libraries? *Library Hi Tech News*, 40(3), pp. 26-29. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4333415>
- Martinez-Murillo, I., Moreda, P., & Lloret, E. (2023). Towards an Efficient Approach for Controllable Text Generation. In A. Barreiro, M. Silberstein, E. Lloret, & M. Paprzycki (Ed.), *Proceedings of the 1st International Workshop on Multilingual, Multimodal and Multitask Language Generation* (pp. 26-31). Tampere: European Association for Machine Translation.
- McCoy, R. T., Yao, S., Friedman, D., Hardy, M., & Griffiths, T. L. (2023). *Embers of autoregression: Understanding large language models through the problem they are trained to solve*. Ithaca: Cornell University.
- McGee, R. W. (2023). *Who Were the 10 Best and 10 Worst U.S. Presidents? The Opinion of ChatGPT (Artificial Intelligence)*. Rochester: SSRN Working Papers.

- Medeiros, L., Bosse, T., & Gerritsen, C. (2022). Can a chatbot comfort humans? Studying the impact of a supportive chatbot on users' self-perceived stress. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 52(3), pp. 343-353. <https://doi.org/10.1109/THMS.2021.3113643>
- Memon, Z., Jalbani, A. H., Shaikh, M., Memon, R. N., & Ali, A. (2018). Multi-Agent Communication System with Chatbots. *Mehran University Research Journal of Engineering & Technology*, 37(3), pp. 663-672. <https://doi.org/10.22581/muet1982.1803.19>
- Merow, C., Serra-Diaz, J. M., Enquist, B. J., & Wilson, A. M. (2023). AI chatbots can boost scientific coding. *Nature Ecology & Evolution*, 7, pp. 960-962. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02063-3>
- Merrill, W., & Sabharwal, A. (2023). The parallelism tradeoff: Limitations of log-precision transformers. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 11, pp. 531-545. https://doi.org/10.1162/tacl_a_00562
- Moussiades, L., Zografos, G., & Papakostas, G. (2024). GPT-4 vs. GPT-3.5 as coding assistants. *Research Square*, 1, pp. 1-20. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3920214/v1>
- Mulia, A. P., Piri, P. R., & Tho, C. (2023). Usability Analysis of Text Generation by ChatGPT OpenAI Using System Usability Scale Method. *Procedia Computer Science*, 223, pp. 381-388. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.537>
- Naveed, H., Khan, A. U., Qiu, S., Sqaib, M., Anwar, S., Usman, M., Akhtar, N., Barnes, N., & Mian, A. (2023). *A Comprehensive Overview of Large Language Models*. Ithaca: Cornell University.
- Ni, J., Young, T., Pandelea, V., Xue, F., Adiga, V. V., & Cambria, E. (2023). Recent advances in deep learning based dialogue systems: A systematic survey. *Artificial Intelligence Review*, 56, pp. 3055-3155. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10248-8>
- Oduntan, O. E., & Adegboye, O. J. (2017). Enhancing communication technology through an intelligent chatbot system. *National Media Communication & Information Technology Conference for Tertiary Institutions* (pp. 1-12). Ilaro: The Federal Polytechnic.
- OpenAI. (2024). *What are tokens and how to count them?* Retrieved Ιούλιος 12, 2024, from OpenAI. <https://help.openai.com/en/articles/4936856-what-are-tokens-and-how-to-count-them>
- Pardos, Z. A., & Bhandari, S. (2023). *Learning gain differences between ChatGPT and human tutor generated algebra hints*. Ithaca: Cornell University.
- Parikh, A. P., Tackstrom, O., Das, D., & Uszkoreit, J. (2016). A decomposable attention model for natural language inference. In J. Su, K. Duh, & X. Carreras (Ed.), *Proceedings of the 2016 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 2249-2255). Austin: Association for Computational Linguistics.
- Park, D.-M., Jeong, S.-S., & Seo, Y.-S. (2022). Systematic Review on Chatbot Techniques and Applications. *Journal of Information Processing Systems*, 18(1), pp. 26-47. <https://doi.org/10.3745/JIPS.04.0232>
- Peng, B., Narayanan, S., & Papadimitriou, C. (2024). *On Limitations of the Transformer Architecture*. Ithaca: Cornell University.
- Pereira, M. J., Coheur, L., Fialho, P., & Ribeiro, R. (2016). *Chatbots' Greetings to Human-Computer Communication*. Ithaca: Cornell University.
- Pires, J. G. (2024, Ιανουάριος 29). *Data Science Using OpenAI: Testing Their New Capabilities Focused on Data Science*. Retrieved Ιούλιος 11, 2024, from Qeios. <https://www.qeios.com/read/76QMHB.2>
- Poola, I. (2017). Making Artificial Intelligence (AI) and Disrupted Business Intelligence (BI) truly Conversational with Humanity Touch, Automated Descriptions and Talking Bots. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 3(5), pp. 573-577.
- Qin, C., Zhang, A., Zhang, Z., Chen, J., Yasunaga, M., & Yang, D. (2023). Is ChatGPT a General-Purpose Natural Language Processing Task Solver? *Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (pp. 1339-1384). Singapore: Association for Computational Linguistics.
- Qin, K., Guo, G., & Wu, L. (2009). Surface latent heat flux anomalies preceding inland earthquakes in China. *Earthquake Science*, 22(5), pp. 555-562. <https://doi.org/10.1007/s11589-009-0555-7>

- Qiu, X., Sun, T., Xu, Y., Shao, Y., Dai, N., & Huang, X. (2020). Pre-trained models for natural language processing: A survey. *Science China Technological Sciences*, 63(10), pp. 1872-1897. <https://doi.org/10.1007/s11431-020-1647-3>
- Quarteroni, S., & Manandhar, S. (2007). A chatbot-based interactive question answering system. In R. Artstein, & L. Vieu (Ed.), *Proceedings of the 11th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue*, (pp. 83-90). Trento.
- Ramesh, K., Ravishankaran, S., & Joshi, A. (2017). A Survey of Design Techniques for Conversational Agents. In S. Kaushik, D. Gupta, L. Kharb, & D. Chahal, *Information, Communication and Computing Technology* (pp. 336-350). Singapore: Springer.
- Ray, P. P. (2023). ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, pp. 121-154. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.003>
- Rector, L. H. (2008). Comparison of and other encyclopedias for accuracy, breadth, and depth in historical articles. *Reference Services Review*, 36, pp. 7-22. <https://doi.org/10.1108/00907320810851998>
- Roumeliotis, K. I., & Tselikas, N. D. (2023). ChatGPT and Open-AI Models: A Preliminary Review. *Future Internet*, 15, pp. 1-24. <https://doi.org/10.3390/fi15060192>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), pp. 342-363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Russell, S., & Norvig, P. (2009). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Sahoo, A., Chanda, R., Das, N., & Sadhukhan, B. (2023). Comparative Analysis of BERT Models for Sentiment Analysis on Twitter Data. *9th International Conference on Smart Computing and Communications* (pp. 658-663). Kochi: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Sajjad, M., & Saleem, R. (2023). Evolution of Healthcare with ChatGPT: A Word of Caution. *Annals of Biomedical Engineering*, 51, pp. 1663-1664. <https://doi.org/10.1007/s10439-023-03225-x>
- Sami, A., Uddin, I., Fayyaz, N., Bilal, M., Shahid, M., & Ali, I. (2023). Getting to Know ChatGPT: An Introduction to Implementation and Working. *Proceedings of 1st International Conference on Computing Technologies, Tools and Applications* (pp. 273-277). Peshawar: Institute of Computer Sciences and Information Technology.
- Sánchez Gonsales, H. M., & Sánchez Gonzalez, M. (2017). Bots as a news service and its emotional connections to audiences: The case of Politibot. *Doxa Comunicación: Interdisciplinary Journal of Communication and Social Sciences Studies*, 25, pp. 63-84.
- Sánchez-Adame, L. M., Mendoza, S., Urquiza, J., Rodríguez, J., & Meneses-Viveros, A. (2021). Towards a set of heuristics for evaluating chatbots. *IEEE Latin America Transactions*, 19(12), pp. 2037-2045. <https://doi.org/10.1109/TLA.2021.9480145>
- Sanford, C., Hsu, D., & Telgarsky, M. (2023). *Representational strengths and limitations of transformers*. Ithaca: Cornell University.
- Sanh, V., Debut, L., Chaumond, J., & Wolf, T. (2019). *DistilBERT base model (uncased)*. Manhattan: Hugging Face.
- Sanh, V., Debut, L., Chaumond, J., & Wolf, T. (2020). *DistilBERT, a distilled version of BERT: Smaller, faster, cheaper and lighter*. Ithaca: Cornell University.
- Sanmarchi, F., Golinelli, D., & Bucci, A. (2023). *A step-by-step Researcher's Guide to the use of an AI-based transformer in epidemiology: an exploratory analysis of ChatGPT using the STROBE checklist for observational studies*. Ithaca: Cornell University.
- Santoso, G., Setiawan, J., & Sulaiman, A. (2023). Development of OpenAI API-Based Chatbot to Improve User Interaction on the JBMS Website. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(4), pp. 1606-1615. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i4.3301>
- Satu, M. S., & Parvez, M. H. (2015). Review of integrated applications with AIML-based chatbot. *Proceedings of 2015 International Conference on Computer and Information Engineering* (pp. 87-90). Rajshahi: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

- Saygin, A. P., Cicekli, I., & Akman, V. (2000). Turing test: 50 years later. *Minds and Machines*, 10(4), pp. 463-518. <https://doi.org/10.1023/A:1011288000451>
- Seo, M., Kembhavi, A., Farhadi, A., & Hajishirzi, H. (2017). Bidirectional attention flow for machine comprehension. *5th International Conference on Learning Representations* (pp. 1-13). Toulon: International Conference on Learning Representations.
- Setiaji, B., & Wibowo, F. W. (2016). Chatbot Using a Knowledge in Database: Human-to-Machine Conversation Modeling. *7th IEEE International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation* (pp. 72-77). Bangkok: Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ISMS38422.2016>
- Setiawan, J., & Ng, R. (2023). olutionizing Journal Publishing: Unleashing The Power Of Web-Based Chatbot Development With Dialogflow And Natural Language Processing. *International Journal Of Science, Technology & Management*, 4(4), pp. 842-851. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v4i4.893>
- Seward, Z. (2016, Νοέμβριος 29). *How the Quartz Bot Studio is preparing for the next era of media*. Retrieved Ιούλιος 3, 2024, from Knight Foundation. <https://knightfoundation.org/articles/how-the-quartz-bot-studio-is-preparing-for-the-next-era-of-media/>
- Shah, H. (2006). A.L.I.C.E.: An ACE in Digitaland. *Triple C: Communication, Capitalism & Critique*, 4(2), pp. 284-292.
- Shahriar, S., & Hayawi, K. (2023). Let's Have a Chat! A Conversation with ChatGPT: Technology, Applications, and Limitations. *Artificial Intelligence and Applications*, 2(1), pp. 11-20. <https://doi.org/10.47852/bonviewAIA3202939>
- Sheth, A., Yip, H. Y., & Shekarpour, S. (2019). Extending patient-chatbot experience with internet-of-things and background knowledge: Case studies with healthcare applications. *IEEE Intelligent Systems*, 34(4), pp. 24-30. <https://doi.org/10.1109/MIS.2019.2905748>
- Shinde, S. K., Bhojane, V., & Mahajan, P. (2012). NLP-based object oriented analysis and design from requirement specification. *International Journal of Computer Applications*, 47(21), pp. 30-34. <https://doi.org/10.5120/7475-0574>
- Sobania, D., Briesch, M., Hanna, C., & Petke, J. (2023). *An analysis of the automatic bug fixing performance of ChatGPT*. Ithaca: Cornell University.
- Susnjak, T. (2022). *ChatGPT: The End of Online Exam Integrity?* Ithaca: Cornell University.
- Tan, A. H. (1999). Text mining: The state of the art and the challenges. In N. Zhong, & L. Zhou (Ed.), *Proceedings of the PAKDD 1999 Workshop on Knowledge Discovery from Advanced Databases* (pp. 65-70). Beijing: Springer-Verlag.
- Taylor, W. L. (1953). Cloze procedure: A new tool for measuring readability. *Journalism Bulletin*, 30(4), pp. 415-433. <https://doi.org/10.1177/107769905303000401>
- Thakur, A. (2021, Νοέμβριος 2). *Understanding Reinforcement Learning from Human Feedback (RLHF): Part 1*. Retrieved Ιούλιος 8, 2024, from Weights & Biases. <https://wandb.ai/ayush-thakur/RLHF/reports/Understanding-Reinforcement-Learning-from-Human-Feedback-RLHF-Part-1--VmlldzoyODk5MTIx>
- Thurman, N. (2011). Making 'The Daily Me': Technology, economics and habit in the mainstream assimilation of personalized news. *Journalism: Theory, Practice & Criticism*, 12(4), pp. 395-415. <https://doi.org/10.1177/1464884910388228>
- Tsai, H., Riesa, J., Johnson, M., Arivazhagan, N., Li, X., & Archer, A. (2019). Small and Practical BERT Models for Sequence Labeling. *Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing* (pp. 3632-3636). Hong Kong: Association for Computational Linguistics.
- Turner, A. M. (2024). *Activation Addition: Steering Language Models Without Optimization*. Ithaca: Cornell University.
- Turner, R. E. (2023). *An Introduction to Transformers*. Ithaca: Cornell University.
- Ufuk, F. (2023). The Role and Limitations of Large Language Models Such as ChatGPT in Clinical Settings and Medical Journalism. *Radiology*, 307(3), p. 1. <https://doi.org/10.1148/radiol.230276>

- Vaishya, R., Misra, A., & Vaish, A. (2023). ChatGPT: Is this version good for healthcare and research? *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 17(4). <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2023.102744>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). *Attention Is All You Need*. Ithaca: Cornell University.
- Veglis, A., & Maniou, T. A. (2019). Chatbots on the Rise: A New Narrative in Journalism. *Studies in Media and Communication*, 7(1), pp. 1-6. <https://doi.org/10.11114/smc.v7i1.3986>
- Vincent, P., Larochelle, H., Bengio, Y., & Mangazol, P.-A. (2008). Extracting and composing robust features with denoising autoencoders. *Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning* (pp. 1096-1103). Helsinki: Association for Computing Machinery.
- Wang, J., Hu, X., Hou, W., Chen, H., Zheng, R., Wang, Y., Yang, L., Huang, H., Ye, W., & Geng, X. (2023). *On the Robustness of ChatGPT: An Adversarial and Out-of-distribution Perspective*. Ithaca: Cornell University.
- Wang, J., Liang, Y., Meng, F., Li, Z., Qu, J., & Zhou, J. (2023). *Cross-Lingual Summarization via ChatGPT*. Ithaca: Cornell University.
- Wang, X., Zhang, R., Sun, Y., & Qi, J. (2018). KDGAN: Knowledge Distillation with Generative Adversarial Networks. In S. Bengio, H. Wallach, H. Larochelle, K. Grauman, N. Cesa-Bianchi, & R. Garnett (Ed.), *Advances in Neural Information Processing Systems 31*, (pp. 783-794). Montréal.
- Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., Le, Q. V., & Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35, pp. 24824–24837. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.11903>
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA – A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), pp. 36-45. <https://doi.org/10.1145/365153.365168>
- Wenzlaff, K., & Spaeth, S. (2022). *Smarter than Humans? Validating how OpenAI's ChatGPT Model Explains Crowdfunding, Alternative Finance and Community Finance*. Rochester: SSRN Papers.
- William, E., Schatsky, D., & Viechnicki, P. (2017). *AI-augmented government using cognitive technologies to redesign public sector work*. New York: Deloitte University Press.
- Wood, D. A., Achhpilia, M. P., Adams, M. T., Aghazadeh, S., Akinyele, K., Akpan, M., Allee, K. D., Allen, A. M., Almer, E. D., & Ames, D. (2023). The ChatGPT Artificial Intelligence Chatbot: How Well Does It Answer Accounting Assessment Questions? *Issues in Accounting Education*, 38(4), pp. 1-28. <https://doi.org/10.2308/ISSUES-2023-013>
- Wu, Y., Schuster, M., Chen, Z., Le, Q. V., Norouzi, M., Macherey, W., Krikun, M., Cao, Y., Gao, Q., Macherey, K., Klingner, J., Shah, A., Johnson, M., Liu, X., Kaiser, Ł., Gouws, S., Kato, Y., Kudo, T., Kazawa, H., Stevens, K., . . . Patil, N. (2016). *Google's Neural Machine Translation System: Bridging the Gap between Human and Machine Translation*. Ithaca: Cornell University.
- Yan, D. (2023). *How ChatGPT's automatic text generation impact on learners in a L2 writing practicum: An exploratory investigation*. Xinyang: Xinyang Agriculture and Forestry University.
- Yang, S., Dong, Y., & Yu, Z. G. (2024). ChatGPT in Education: Ethical Considerations and Sentiment Analysis. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 20(1), pp. 1-19. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.346826>
- Yu, W., Wei, W., Chen, X., & Zhoujun, L. (2017). Sequential matching network: A new architecture for multi-turn response selection in retrieval-based chatbots. In R. Barzilay (Ed.), *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 496-505). Vancouver: Association for Computational Linguistics.
- Yuan, Z., Yuan, H., Tan, C., Wang, W., & Huang, S. (2023). *How well do large language models perform in arithmetic tasks?* Ithaca: Cornell University.
- Zarifhonorvar, A. (2023). *Economics of ChatGPT: A Labor Market View on the Occupational Impact of Artificial Intelligence*. Rochester: SSRN Working Papers.
- Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., & Smola, A. J. (2021). *Dive into deep learning*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Zhang, B., Ding, D., & Jing, L. (2022). *How would Stance Detection Techniques Evolve after the Launch of ChatGPT?* Ithaca: Cornell University.
- Zhang, L., Yang, Y., Zhou, J., Chen, C., & He, L. (2020). Retrieval-polished response generation for chatbot. *IEEE Access*, *8*, pp. 123882-123890. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3004152>
- Zhao, Y. (2023). The State-of-art Applications of NLP: Evidence from ChatGPT. *Highlights in Science Engineering and Technology*, *49*, pp. 237-243. <https://doi.org/10.54097/hset.v49i.8512>
- Zhu, Y., Han, D., Chen, S., Zeng, F., & Wang, C. (2023). How Can ChatGPT Benefit Pharmacy: A Case Report on Review Writing. *PrePrints*, pp. 1-8. <https://doi.org/10.20944/preprints202302.0324.v1>
- Zumstein, D., & Hundertmark, S. (2017). Chatbots – An interactive technology for personalized communication, transactions and services. *IADIS International Journal on WWW/Internet*, *15*(1), pp. 96-109.