



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΣΗΜΑΡΕΣΗΣ
A.M. 711171064

Εισηγητής: ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΡΟΥΣΣΑΣ, ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

**Αναστάσιος Σημαρέσης
Α.Μ. 711171064**

Εισηγητής:

ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΡΟΥΣΣΑΣ, ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Εξεταστική Επιτροπή:

**ΧΡΗΣΤΟΣ ΤΡΟΥΣΣΑΣ, ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΚΡΙΒΗ ΚΡΟΥΣΚΑ, ΜΕΛΟΣ ΕΔΙΠ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΤΣΕΛΕΝΤΗ, ΜΕΛΟΣ ΕΔΙΠ**

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΣΗΜΑΡΕΣΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ του ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ με αριθμό μητρώου 711171064 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Σημαρέσης Αναστάσιος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, της τεχνολογίας chatbot και της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας. Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου, ο κ. Τρούσσας Χρήστος, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την κατανόηση του κλάδου της τεχνητής νοημοσύνης και τις υποκατηγορίες που την περιβάλλουν. Επίσης, διερευνάται η τεχνολογία του chatbot και οι τρόποι ανάπτυξής του. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται ο ορισμός, οι τύποι και οι τομείς εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης. Επιπλέον, αναφέρονται οι κυριότεροι κλάδοι της τεχνητής νοημοσύνης. Ακόμη, γίνεται αναφορά στις τεχνικές σχεδιασμού του chatbot αλλά και στις 2 κύριες κατηγορίες που διακρίνεται. Επιπροσθέτως, θα υλοποιηθεί μια διαδικτυακή εφαρμογή για την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και chatbot, η οποία θα είναι ικανή να εξάγει το συναίσθημα του χρήστη από τα μηνύματά του και να του προτείνει τραγούδια με βάση το συναίσθημά του. Για την ανάλυση συναισθήματος χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο distilbert-base-uncased, το οποίο είναι μια μικρότερη και γρηγορότερη έκδοση του βασικού μοντέλου BERT.

Τα στοιχεία στα οποία επικεντρώνεται η παρούσα διπλωματική εργασία είναι η κατανόηση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, ο τρόπος με τον οποίο έχει δομηθεί η εφαρμογή και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Τέλος, παρουσιάζεται η αξιολόγηση της εφαρμογής που έγινε από τους χρήστες, τα τελικά συμπεράσματα και ο πηγαίος κώδικας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: τεχνητή νοημοσύνη, ανάλυση συναισθήματος, chatbot, BERT, BlenderBot 2.0

ABSTRACT

The present thesis is concerned with understanding the field of artificial intelligence and the subcategories surrounding it. It also examines the technology of the chatbot and the ways to implement it. More specifically, the definition, types and application areas of artificial intelligence are analyzed. In addition, the main branches of artificial intelligence are listed. Furthermore, mention is made of the design techniques of the chatbot and the 2 main categories it is distinguished in. In addition, a web application for the interaction between human and chatbot will be implemented, which will be able to extract the user's emotion from his messages and suggest songs based on his emotion. For sentiment analysis, the distilbert-base-uncased model was used, which is a shorter and faster version of the basic BERT model.

The focus of this thesis is the understanding of the technologies used, the way in which the application has been structured and the methodology followed. Lastly, the evaluation of the application made by the users, the final conclusions and the source code are presented.

KEYWORDS: artificial intelligence, sentiment analysis, chatbot, BERT, BlenderBot 2.0

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή	15
1.1 Περιγραφή του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας	15
1.4 Δομή διπλωματικής εργασίας	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θεωρητικό υπόβαθρο	17
2.1 Τεχνητή νοημοσύνη	17
2.1.1 Ιστορική αναδρομή	17
2.1.2 Ορισμός.....	22
2.1.3 Τύποι τεχνητής νοημοσύνης	23
2.1.4 Τομείς εφαρμογής τεχνητής νοημοσύνης	26
2.1.5 Κλάδοι τεχνητής νοημοσύνης.....	28
2.1.5.1 Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)	29
2.1.5.2 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks).....	33
2.1.5.3 Ρομποτική (Robotics).....	37
2.1.5.4 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing).....	38
2.1.5.5 Έμπειρα συστήματα (Expert Systems)	40
2.1.5.6 Ασαφής λογική (Fuzzy Logic).....	41
2.2 Chatbot.....	43
2.2.1 Τι είναι το chatbot	43
2.2.2 Ιστορική αναδρομή	43
2.2.3 Τεχνικές σχεδιασμού των chatbots	46
2.2.3.1 Τεχνικές σχεδιασμού για rule-based chatbots.....	47
2.2.3.2 Τεχνικές σχεδιασμού για neural network based chatbots	49
2.2.4 Κατηγορίες chatbot	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αρχιτεκτονική εφαρμογής	51
3.1 Ανάλυση συναισθήματος.....	51

3.1.1 BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers).....	51
Επεξεργασία κειμένου	52
Εργασίες προ-εκπαίδευσης.....	53
3.1.2 Σύνολο δεδομένων	53
3.2 Chatbot.....	54
3.3 Ιστοσελίδα.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μεθοδολογία εφαρμογής.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αξιολόγηση εφαρμογής.....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα.....	60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	61
Κώδικας «text_classification.ipynb»	61
Κώδικας «Blenderbot.py».....	63
Κώδικας «emotion_detection.py».....	63
Κώδικας «suggestion.py»	64
Κώδικας «main.py»	65
Κώδικας «index.html»	67
Κώδικας «style.css».....	68
Κώδικας «script.js».....	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	74
Επιπλέον βοηθητικό υλικό.....	78

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ο φύλακας Τάλως κρατώντας μια πέτρα στο αριστερό και στο δεξί του χέρι - https://collections.mfa.org/objects/3688	17
Εικόνα 2: Παράδειγμα συνομιλίας με το chatbot ELIZA - https://en.wikipedia.org/wiki/ELIZA#/media/File:ELIZA_conversation.png	19
Εικόνα 3: Αναπαράσταση από τον κόσμο των κύβων - https://www.researchgate.net/figure/A-representation-of-the-world-in-which-SHRDLU-acts_fig3_48305828	19
Εικόνα 4: Ο υπολογιστής Deep blue - https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/vintage/vintage_4506VV1001.html	21
Εικόνα 5: Ο υπολογιστής Watson.....	21
Εικόνα 6: Το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης - https://cmte.ieee.org/futuredirections/2018/01/21/computers-keep-getting-better-than-us/	24
Εικόνα 7: Οι 4 τύποι της τεχνητής νοημοσύνης- πηγή: David Petersson.....	25
Εικόνα 8: Τα κύρια μοντέλα μάθησης στην Μηχανική Μάθηση - https://www.researchgate.net/figure/The-main-types-of-machine-learning-Main-approaches-include-classification-and_fig1_354960266	29
Εικόνα 9: Βήματα Επιβλεπόμενης Μάθησης - https://www.researchgate.net/figure/Machine-Learning-Model_fig1_334825018	30
Εικόνα 10: Βήματα Μη Επιβλεπόμενης Μάθησης - https://www.researchgate.net/figure/Unsupervised-Learning18_fig3_341703036	31
Εικόνα 11: Παράδειγμα μείωσης διαστατικότητας [11]	32
Εικόνα 12: Διάγραμμα Βιολογικού Νευρωνικού Δικτύου - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neuron_el.png	34
Εικόνα 13: Διάγραμμα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου - https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network	34
Εικόνα 14: Συναρτήσεις μετάβασης: (α) κατώφλι (threshold), (b) τμηματοποιημένη (piecewise linear), (c) σιγμοειδής (sigmoid) και (d) υπερβολή (hyperbolic) - https://www.researchgate.net/figure/Activation-functions-a-threshold-b-piecewise-linear-c-logistic-sigmoid-and-d_fig6_240527361	35
Εικόνα 15: Αρχιτεκτονική ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου - https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network	36
Εικόνα 16: Ταξινόμηση των αρχιτεκτονικών δικτύων πρόσθιας και οπίσθιας τροφοδότησης - https://www.researchgate.net/figure/23-Taxonomy-of-Neural-Network-ArchitecturesJain-AK-MaoJ-and-Mohiuddin-K1996_fig17_331970420	37

Εικόνα 17: Η διαφορά μεταξύ stemming και lemmatization - https://www.turing.com/kb/stemming-vs-lemmatization-in-python	39
Εικόνα 18: Αρχιτεκτονική ασαφούς λογικού συστήματος - https://www.javatpoint.com/fuzzy-logic42	
Εικόνα 19: Συνομιλία μεταξύ ELIZA και PARRY - https://www.researchgate.net/figure/Conversation-between-ELIZA-PARRY-12_fig1_342282938 ...	44
Εικόνα 20: Το chatbot Jabberwacky - https://www.semanticscholar.org/paper/Intelligent-Conversational-Bot-for-Massive-Online-Lim-Goh/1b4a45c05620fa7ee4b8e8a9a2c4583f02a02a9c/figure/13	45
Εικόνα 21: Συνομιλία με το chatbot ALICE - https://www.researchgate.net/figure/A-sample-of-ALICE-chat-bot-conversation_fig1_337310136	46
Εικόνα 22: Κατηγορίες των chatbot - https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-020-00255-3/figures/1	47
Εικόνα 23: Το μοντέλο Seq2Seq αποτελούμενο από τα δυο RNN μοντέλα - https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3025453.3025496	50
Εικόνα 24: Το μοντέλο αρχιτεκτονικής του Transformer - https://www.kaggle.com/code/ratan123/in-depth-guide-to-google-s-bert	52
Εικόνα 25: Αναπαράσταση της εισόδου BERT - https://arxiv.org/abs/1810.04805	52
Εικόνα 26: Παράδειγμα NSP (Next Sentence Prediction) - https://www.kaggle.com/code/harshjain123/bert-for-everyone-tutorial-implementation/notebook	53
Εικόνα 27: Απάντηση chatbot με πρόταση μουσικού τραγουδιού	56
Εικόνα 28: Απάντηση chatbot με emoticon στο μήνυμα	56
Εικόνα 29: 1 ^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.	57
Εικόνα 30: 2 ^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.	57
Εικόνα 31: 3 ^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.	58
Εικόνα 32: 4 ^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.	58
Εικόνα 33: 5 ^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.	59
Εικόνα 34: 6 ^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.	59

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

NLU	Natural Language Understanding
ANI	Artificial Narrow Intelligence
AGI	Artificial General Intelligence
ASI	Artificial Super Intelligence
NLP	Natural Language Processing
ML	Machine Learning
SVM	Support vector Machines
PCA	Principal Component Analysis
LDA	Linear Discriminant Analysis
GDA	Generalized Discriminant Analysis
ANN	Artificial Neural Networks
NER	Named Entity Recognition
RNN	Recurrent Neural Network
LSTM	Long Short Term Memory
Seq2seq	Sequence to Sequence
AIML	Artificial Intelligence Markup Language
XML	Extensible Markup Language
BERT	Bidirectional Encoder Representations from Transformers
MLM	Masked Language Modeling
NSP	Next Sentence Prediction
NLLB	No Language Left Behind

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας και ο τρόπος με τον οποίο έχει δομηθεί η διπλωματική εργασία σε κεφάλαια.

1.1 Περιγραφή του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας

Η όλο ένα και αυξανόμενη ανάπτυξη του τεχνολογικού τομέα έχει μεταμορφώσει τον κόσμο με διάφορους τρόπους, από τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας έως την ενίσχυση της επικοινωνίας και της συνεργασίας. Ένα τρανό παράδειγμα τεχνολογικής ανάπτυξης είναι η τεχνολογία του chatbot, μια εφαρμογή λογισμικού που μπορεί να αλληλεπιδρά με τον άνθρωπο χρησιμοποιώντας φυσική γλώσσα. Τα chatbots είναι χρήσιμα στην καθημερινότητα του ανθρώπου καθώς έχουν την δυνατότητα να παρέχουν πληροφορίες, υγειονομική βοήθεια, ψυχαγωγία και εκπαίδευση εύκολα και με προσωποποιημένο τρόπο. Επίσης, τα chatbots βρίσκουν χρήση στις επιχειρήσεις και στους οργανισμούς βελτιώνοντας την εξυπηρέτηση πελατών, το μάρκετινγκ και τις πωλήσεις. Τα chatbots δεν είναι απλά ένα εργαλείο, αλλά και ένας προσωπικός βοηθός ο οποίος κατανοεί τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του ανθρώπου και είναι σε θέση να προσφέρει συμβουλές και λύσεις.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η κατανόηση της τεχνολογίας του chatbot και η εμβάθυνση στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, δημιουργώντας ένα μοντέλο αναγνώρισης συναισθημάτων. Επιπλέον, θα υλοποιηθεί μια διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία θα συνδυάζει την τεχνολογία του chatbot με την ανάλυση συναισθημάτων με σκοπό την πρόταση μουσικών τραγουδιών αναλόγως το συναίσθημα που θα εξάγεται από τα μηνύματα του χρήστη.

1.4 Δομή διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια, τα οποία είναι η εισαγωγή, το θεωρητικό υπόβαθρο, η αρχιτεκτονική εφαρμογής, η μεθοδολογία εφαρμογής, η αξιολόγηση εφαρμογής και τα συμπεράσματα. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται η χρησιμότητα των chatbots στην σημερινή εποχή και περιγράφεται το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής παρουσίαση του κλάδου της τεχνητής νοημοσύνης, κάνοντας μια ιστορική αναδρομή στα κυριότερα γεγονότα που στιγμάτισαν την εξέλιξή της και παρουσιάζοντας τους τομείς εφαρμογής της. Έπειτα, γίνεται μια παρουσίαση του προγράμματος chatbot και αναλύονται οι διάφορες τεχνικές σχεδιασμού και οι κατηγορίες chatbot που υπάρχουν. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η αρχιτεκτονική της εφαρμογής, παρουσιάζοντας τα εργαλεία και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίησή της. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής και οι βελτιώσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο υλοποίησής της. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση της εφαρμογής, που έγινε σε 9 άτομα

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

μέσα από μια λίστα 6 ερωτήσεων. Παράλληλα, γίνεται σχολιασμός των αποτελεσμάτων. Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια επισκόπηση της διπλωματικής εργασίας, των προβλημάτων που προέκυψαν και των μελλοντικών επεκτάσεων που μπορούν να γίνουν για την βελτίωση της εφαρμογής και την καλύτερη εμπειρία του χρήστη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Θεωρητικό υπόβαθρο

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης. Αρχικά, γίνεται μια ιστορική αναδρομή στην τεχνητή νοημοσύνη παρουσιάζοντας τα πιο σημαντικά γεγονότα που στιγμάτισαν την εξέλιξή της. Έπειτα, αναλύεται ο ορισμός και παρουσιάζονται οι τύποι και οι τομείς εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης. Τέλος, παρουσιάζεται το πρόγραμμα chatbot, αναλύοντας τις τεχνικές σχεδίασης που χρησιμοποιούνται και τις διάφορες κατηγορίες chatbot που υπάρχουν.

2.1 Τεχνητή νοημοσύνη

2.1.1 Ιστορική αναδρομή

Η τεχνητή νοημοσύνη, η οποία τα τελευταία χρόνια έχει κάνει τεράστια άλματα στον χώρο της τεχνολογίας, εμφανίζεται ως έννοια από τα αρχαία χρόνια ακόμη, με τους φιλοσόφους και τους μαθηματικούς να προσπαθούν να περιγράψουν την διαδικασία της ανθρώπινης σκέψης και λογικής ως μηχανικό χειρισμό συμβόλων. Μια τέτοια προσπάθεια έγινε στους “συλλογισμούς” του Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.), “οι οποίοι παρείχαν πρότυπα εκφράσεων που έδιναν πάντα σωστά συμπεράσματα από σωστές υποθέσεις (Αριστοτέλεια συλλογιστική)” [1]. Επιπλέον, η ενσωμάτωση της ιδέας ύπαρξης ευφών συστημάτων με την μορφή ανθρωπόμορφων μηχανών παρατηρείται μέσα από μύθους και ιστορίες της αρχαίας εποχής. Μια τέτοια ανθρωπόμορφη μηχανή, που αναφέρεται ως το πρώτο ρομπότ που κατασκευάστηκε από την μυθολογία, είναι ο Τάλως. Ένα χάλκινο γιγάντιο ρομπότ, το οποίο φύλαγε το νησί της Κρήτης, διασχίζοντάς το τρεις φορές την ημέρα με σκοπό να αποτρέψει όσους ξένους προσπαθούσαν να αποβιβαστούν στο νησί [2].



Εικόνα 1: Ο φύλακας Τάλως κρατώντας μια πέτρα στο αριστερό και στο δεξί του χέρι - <https://collections.mfa.org/objects/3688>

Μέχρι και τον 18ο αιώνα, η ανάπτυξη των μηχανικών αριθμομηχανών και των αυτολειτουργούμενων μηχανών (αυτόματα) διήγειρε το ενδιαφέρον των πρωτοπόρων της εποχής γύρω από την τεχνητή νοημοσύνη. Κάποιοι από τους πρωτοπόρους ήταν ο Μπλεζ Πασκάλ όπου κατασκεύασε την αριθμομηχανή «Πασκαλίνα» (Pascaline) η οποία μπορούσε να κάνει πρόσθεση και αφαίρεση. Ακόμη ένας ήταν ο Γκότφριντ Βίλχελμ Λάιμπνιτς, ένας από τους μεγαλύτερους εφευρέτες στο πεδίο της μηχανικής αριθμομηχανών και συνεχιστής της αριθμομηχανής του Πασκάλ. Τέτοιοι άνθρωποι που οραματίστηκαν μηχανές, οι οποίες θα μπορούσαν να εκτελέσουν πολύπλοκους υπολογισμούς και λειτουργίες, δεν μπόρεσαν να πετύχουν τους στόχους τους λόγω της απαραιτήτης τεχνολογίας της εποχής και της έλλειψης σαφούς κατανόησης της λειτουργίας του ανθρώπινου νου.

Ο 20ός αιώνας γνώρισε μια ταχεία πρόοδο στην τεχνητή νοημοσύνη, χάρη στην εμφάνιση της επιστήμης των υπολογιστών και της γνωστικής ψυχολογίας. Από την αρχή του αιώνα μέχρι το 1950 υπήρχε ένα μεγάλο πλήθος επιστημόνων, μαθηματικών και φιλοσόφων που παρουσίαζαν μεγάλο ενδιαφέρον γύρω από την ιδέα της τεχνητής νοημοσύνης. Όμως, υπήρχαν κάποια σοβαρά προβλήματα που τους εμπόδισαν στην υλοποίηση αυτής της ιδέας. Το πρώτο και το πιο σημαντικό ήταν ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούσαν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Οι υπολογιστές τότε δεν μπορούσαν να αποθηκεύσουν εντολές παρά μόνο να τις εκτελέσουν, αυτό ήταν και μια βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης. Η μόνη λύση ήταν η ουσιαστική αλλαγή της αρχιτεκτονικής των υπολογιστών. Επιπλέον, οι υπολογιστές ήταν υπερβολικά ακριβοί. Η δυνατότητα κατοχής ή ενοικίασης ενός υπολογιστή ήταν δυνατή μόνο σε αναγνωρισμένα πανεπιστήμια και μεγάλες εταιρείες τεχνολογίας [3]. Το πρώτο υπολογιστικό πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης που κατασκευάστηκε ήταν η «Μηχανή Λογικής Θεωρίας» (Logic Theorist) από τους Άλεν Νιούελ, Χέρμπερτ Σάιμον και Κλιφ Σο το 1956 και είχε την δυνατότητα να μιμείται τις δεξιότητες επίλυσης ενός προβλήματος όπως ο άνθρωπος. Η παρουσίασή του έγινε την ίδια χρονιά σε συνέδριο ερευνητών στο Dartmouth College, που φιλοξενήθηκε από τους Τζον Μακάρθι και Μάρβιν Μίνσκυ, με καλεσμένους καταξιωμένους ανθρώπους από τον χώρο των επιστημών με θέμα την χρήση υπολογιστών για την προσομοίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης [4]. Έπειτα, ακολούθησαν και άλλα σημαντικά κατορθώματα όπως το διαδραστικό πρόγραμμα υπολογιστή ELIZA, το οποίο μπορούσε να συνομιλεί στα αγγλικά με τον χρήστη. Το χαρακτηριστικό αυτού του προγράμματος είναι πως προσομοιώνει το ρόλο ενός ψυχοθεραπευτή. Αναπτύχθηκε από τον επιστήμονα υπολογιστών και καθηγητή Τζόσεφ Βάιζενμπαουμ το 1966.

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

```
Welcome to

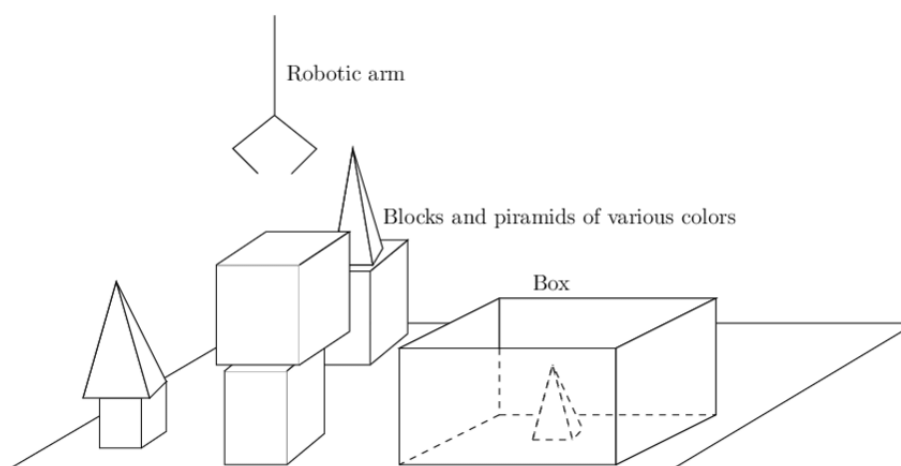
      EEEEE LL   IIII ZZZZZZ  AAAAA
      EE  LL   II   ZZ   AA  AA
      EEEEE LL   II   ZZZ  AAAAAA
      EE  LL   II   ZZ   AA  AA
      EEEEE LLLLL IIII ZZZZZZ  AA  AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Please tell me what's been bothering you.
YOU:   The weather is awful.
ELIZA: I'm not sure I understand you fully.
YOU:   I hate the current weather.
ELIZA: You say you hate the current weather ?
YOU:   Yes, that's what I said.
ELIZA: I understand.
YOU:   Great.
ELIZA: Please go on.
YOU:   I would say it's your turn now!
ELIZA: Why are you concerned over my turn now ?
YOU:   █
```

Εικόνα 2: Παράδειγμα συνομιλίας με το chatbot ELIZA - https://en.wikipedia.org/wiki/ELIZA#/media/File:ELIZA_conversation.png

Επίσης, το SHRDLU ήταν ένα πρώιμο NLU (Natural Language Understanding) πρόγραμμα υπολογιστή που αναπτύχθηκε από τον Τέρι Γουίνογκραντ το 1968 και το οποίο καταλάβαινε εντολές σε φυσική γλώσσα. Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιήθηκε πάνω στον πιο διάσημο μικρόκοσμο (microworld), τον κόσμο των κύβων (blocks world), “ο οποίος αποτελούταν από ένα σύνολο στερεών γεωμετρικών σχημάτων τοποθετημένα πάνω σε ένα τραπέζι (ή συχνότερα πάνω σε μια προσομοίωση τραπεζιού)” [5], το οποίο φαίνεται και στην Εικόνα 3. Σκοπός είναι η αναδιάταξη των σχημάτων με έναν ορισμένο τρόπο, χρησιμοποιώντας έναν ρομποτικό βραχίονα, σηκώνοντας ένα σχήμα κάθε φορά.



Εικόνα 3: Αναπαράσταση από τον κόσμο των κύβων - https://www.researchgate.net/figure/A-representation-of-the-world-in-which-SHRDLU-acts_fig3_48305828

Παρά την όλη επιτυχία που είχε σημειώσει όλα αυτά τα χρόνια ο χώρος της τεχνητής νοημοσύνης, προς τα τέλη του 1960 με αρχές του 1970 αντιμετώπισε κάποια σοβαρά προβλήματα που ήταν δύσκολο έως και ακατόρθωτο να επιλυθούν με τις υπάρχουσες μεθόδους της εποχής. Τέτοια προβλήματα ήταν ο συλλογισμός κοινής λογικής, η κατανόηση φυσικής γλώσσας, η απόκτηση και αναπαράσταση γνώσης, ο χειρισμός αβεβαιότητας και ασάφειας καθώς και η επεκτασιμότητα και η απόδοση που έλειπαν από τα προγράμματα. Επιπλέον, ορισμένοι φιλόσοφοι και ψυχολόγοι αμφισβήτησαν την δυνατότητα επίτευξης της τεχνητής νοημοσύνης ως επιστημονικό εγχείρημα. Κάποιοι από τους επικριτές ήταν ο Χιούμπερτ Ντρέιφους που υποστήριξε ότι η ανθρώπινη νοημοσύνη βασίζεται στην διαίσθηση και στο εννοιολογικό πλαίσιο παρά σε κανόνες και σύμβολα. Ο Τζον Σέαρλ, ο οποίος πρότεινε το εγχείρημα του κινέζικου δωματίου για να δείξει ότι η σύνταξη δεν επαρκεί για την σημασιολογία και ο Ρότζερ Πένρουζ, που υποστήριξε ότι η ανθρώπινη συνείδηση και δημιουργικότητα είναι κάτι παραπάνω από πράξεις σε έναν υπολογιστή. Μία ακόμη εποχή που κλόνισε τον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης ήταν η περίοδος από τα μέσα του 1970 μέχρι τα τέλη του 1980 και αποκαλείται από πολλούς ως «ο χειμώνας της τεχνητής νοημοσύνης» καθώς η χρηματοδότηση και το ενδιαφέρον στην τεχνητή νοημοσύνη μειώθηκε σημαντικά. Ωστόσο, η έρευνα στο τομέα της τεχνητής νοημοσύνης δεν σταμάτησε τελείως, αντιθέτως, κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου προέκυψαν νέες τεχνολογίες όπως τα έμπειρα συστήματα (expert systems) τα οποία χρησιμοποιούν κανόνες και δεδομένα έτσι ώστε να προσομοιάσουν την λογική και την γνώση που έχει ένας ειδήμων άνθρωπος πάνω σε έναν συγκεκριμένο τομέα. Νευρωνικά δίκτυα, τα οποία μιμούνται την δομή και την λειτουργία των βιολογικών νευρώνων του ανθρώπου και γενετικοί αλγόριθμοι, οι οποίοι έθεσαν επαναστατικές μεθόδους για την βελτιστοποίηση λύσεων. Ακόμη, ασαφής λογική, η οποία αντιμετωπίζει ασαφείς και αόριστες πληροφορίες και συμβολικά συστήματα, τα οποία στοχεύουν στις διεργασίες χαμηλού επιπέδου παρά σε σύμβολα υψηλού επιπέδου.

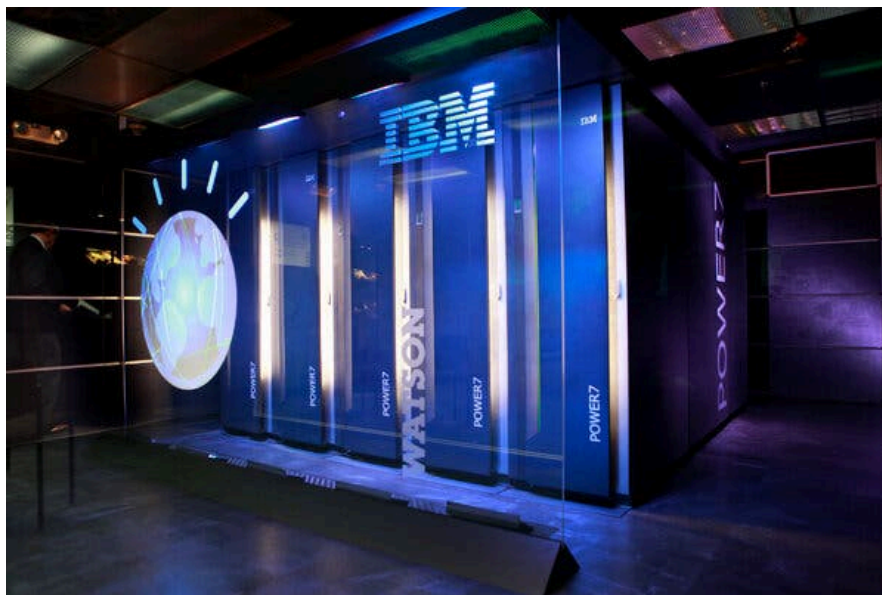
Η δεκαετία του 1990 και έπειτα σηματοδότησε την αναβίωση της έρευνας και των εφαρμογών στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Κάποιοι από τους παράγοντες που συνέβαλαν σε αυτήν την ανάκαμψη είναι η ελεύθερη πρόσβαση σε μεγάλου όγκου δεδομένων και η διαθεσιμότητα μεγάλης υπολογιστικής ισχύος. Η ανάπτυξη πιο αποδοτικών αλγορίθμων και αρχιτεκτονικών, καθώς και η αναγνώριση της οικονομικής και κοινωνικής αξίας της τεχνητής νοημοσύνης. Μερικά από τα σημαντικά επιτεύγματα που σημειώθηκαν είναι ο υπολογιστής «Deep blue» που κατασκευάστηκε από την IBM και ολοκληρώθηκε το 1988. Η ιδιαιτερότητά του ήταν ότι μπορούσε να παίζει σκάκι, όπου και στις 11 Μαΐου του 1997 νίκησε τον παγκόσμιο πρωταθλητή σκάκι, Γκάρι Κασπάροφ.

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP



Εικόνα 4: Ο υπολογιστής Deep blue - https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/vintage/vintage_4506VV1001.html

Το «IBM Watson» που αναπτύχθηκε από την IBM ήταν ένας υπολογιστής που μπορούσε να απαντά σε ερωτήσεις που του γινόντουσαν σε φυσική γλώσσα. Ο σκοπός δημιουργίας του ήταν για το τηλεπαιχνίδι κουίζ Jeopardy!, όπου το 2011 κέρδισε την πρώτη θέση και το βραβείο του 1 εκατομμυρίου δολαρίων.



Εικόνα 5: Ο υπολογιστής Watson

Επίσης, το πρόγραμμα υπολογιστή «AlphaGo» που αναπτύχθηκε από την DeepMind της Google με σκοπό να παίζει το επιτραπέζιο παιχνίδι Γκο. Το 2015 κατάφερε να κερδίσει τον παγκόσμιο πρωταθλητή Γκο, Lee Sedol. Μια από τις τελευταίες εξελίξεις που έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον όλου του κόσμου είναι η ανάπτυξη του GPT-3 της OpenAI το 2020, το οποίο παράγει κείμενα φυσικής γλώσσας χρησιμοποιώντας βαθιά μάθηση.

Η παρούσα κατάσταση της τεχνητής νοημοσύνης διακρίνεται από ραγδαίες εξελίξεις σε ποικίλους τομείς, όπως της Μηχανικής Μάθησης, της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, της Μηχανικής Όρασης κ.ά. Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη έχει κάνει την εμφάνισή της και σε άλλα επιστημονικά πεδία όπως, στη νευρολογία, στη βιολογία, στην φιλοσοφία, στην κοινωνιολογία κ.ά. Το σίγουρο είναι ότι το μέλλον για την τεχνητή νοημοσύνη είναι πολλά υποσχόμενο αλλά και αβέβαιο παράλληλα. Κάποια από τα ερωτήματα που δημιουργούνται είναι πως μπορεί να διασφαλιστεί ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα συνάδει με τις αρχές της ανθρώπινης ηθικής, τι επιπτώσεις θα έχει η τεχνητή νοημοσύνη στην οικονομία, στην δουλειά και στην εκπαίδευση, πως θα μπορέσουν να εξισορροπηθούν οι κίνδυνοι και τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης ώστε να μην προκαλέσει προβλήματα στην κοινωνία καθώς και άλλα ανοιχτά ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν.

2.1.2 Ορισμός

Η απάντηση στο ερώτημα «τι είναι τεχνητή νοημοσύνη» δίνεται από τον κάθε ερευνητή του χώρου διαφορετικά, έτσι, δεν υπάρχει κάποιος ακριβής ορισμός του παραπάνω ερωτήματος. Αυτό το φαινόμενο αν και δεν παρατηρείται σε άλλους επιστημονικούς κλάδους όπως στη Φυσική και στη Ιατρική, όλοι συμφωνούν στο γεγονός πως η τεχνητή νοημοσύνη είναι επιστήμη και όχι ένας κλάδος της τεχνολογίας λογισμικού [1]. Ένας από τους ορισμούς που μπορεί να δοθεί σύμφωνα με τον Τζον Μακάρθι, πατέρα της τεχνητής νοημοσύνης για πολλούς, είναι ο ακόλουθος:

«Είναι η επιστήμη και η μηχανική της κατασκευής ευφυών μηχανών, ιδίως ευφυών προγραμμάτων υπολογιστών. Σχετίζεται με το παρόμοιο έργο της χρήσης υπολογιστών για την κατανόηση της ανθρώπινης νοημοσύνης, αλλά η τεχνητή νοημοσύνη δεν χρειάζεται να περιορίζεται σε μεθόδους που είναι βιολογικά παρατηρήσιμες.» [6]

Γενικά, η επιστήμη της τεχνητής νοημοσύνης στοχεύει στην δημιουργία συστημάτων που μπορούν να εκτελέσουν λειτουργίες που σε κανονικές συνθήκες απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη. Τα τελευταία χρόνια πολλές εταιρίες χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη στα προϊόντα τους με σκοπό την προώθησή τους. Όμως, αυτό που αναφέρουν σαν τεχνητή νοημοσύνη είναι απλώς ένα κομμάτι του συνόλου της επιστήμης, ενώ στην πραγματικότητα αναφέρονται σε μια τεχνολογία όπως η Μηχανική Μάθηση ή η Μηχανική Όραση. Για την δημιουργία και την εκπαίδευση πολύπλοκων αλγορίθμων σε τέτοιες τεχνολογίες απαιτείται εξειδικευμένο υλικό και λογισμικό. Κάποιες από τις πιο δημοφιλή

γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για αυτό τον σκοπό είναι η Python, η Java η C++ και η Julia.

Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν τα συστήματα βασισμένα σε τεχνητή νοημοσύνη, σε γενικές γραμμές, είναι με την συλλογή τεράστιας ποσότητας επισημασμένων δεδομένων εκπαίδευσης, την ανάλυση δεδομένων για συσχετίσεις και μοντέλα και τη χρήση των μοτίβων για την υλοποίηση προβλέψεων σχετικά με μελλοντικές καταστάσεις. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να υλοποιηθεί ένα ρομπότ συνομιλίας (chatbot), το οποίο τροφοδοτείται με παραδείγματα κειμένου και αφού λάβει την απαραίτητη γνώση είναι σε θέση να απαντάει σε ανθρώπους με αληθοφανείς μηνύματα. Με τον ίδιο τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν συστήματα για την δημιουργία εικόνων, μουσικής κ.ά. [7]

Η τεχνητή νοημοσύνη βασίζεται σε τρεις γνωστικές ικανότητες, την μάθηση, την συλλογιστική και την αυτοδιόρθωση.

- **Μαθησιακές διαδικασίες (Learning processes):** Στοχεύουν στην απόκτηση δεδομένων και στην δημιουργία κανόνων με σκοπό να τα μετατρέψουν σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες. Οι κανόνες, που ονομάζονται και αλγόριθμοι, παρέχουν στις υπολογιστικές συσκευές οδηγίες βήμα προς βήμα για το πως να ολοκληρώσουν μια συγκεκριμένη δραστηριότητα.
- **Συλλογιστικές διαδικασίες (Reasoning processes):** Στοχεύουν στην επιλογή του κατάλληλου αλγορίθμου με σκοπό να πετύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.
- **Διαδικασίες αυτοδιόρθωσης (Self-correction processes):** Στοχεύουν στην συνεχή βελτιστοποίηση των αλγορίθμων και στην διασφάλιση ότι παρέχουν τα ακριβέστερα αποτελέσματα που είναι δυνατά.

2.1.3 Τύποι τεχνητής νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στους παρακάτω 3 τύπους.

1. Αδύναμη τεχνητή νοημοσύνη - Artificial narrow intelligence (ANI)

Η αδύναμη τεχνητή νοημοσύνη, που αναφέρεται επίσης και ως weak AI ή narrow AI, είναι ο μόνος τύπος τεχνητής νοημοσύνης που έχει υλοποιηθεί και χρησιμοποιείται σήμερα. Έχει σχεδιαστεί για να εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες, καθώς δεσμεύεται από τους κανόνες και τις παραμέτρους που δέχεται. Η αδύναμη τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί να μιμηθεί την ανθρώπινη νοημοσύνη, αλλά προσομοιώνει την ανθρώπινη συμπεριφορά. Ένα παράδειγμα αδύναμης τεχνητής νοημοσύνης είναι οι φωνητικοί βοηθοί, όπως η Siri της Apple και η Alexa της Amazon, οι οποίοι αν και φαινομενικά φαίνονται έξυπνοι, βασίζονται σε τεράστιες βάσεις

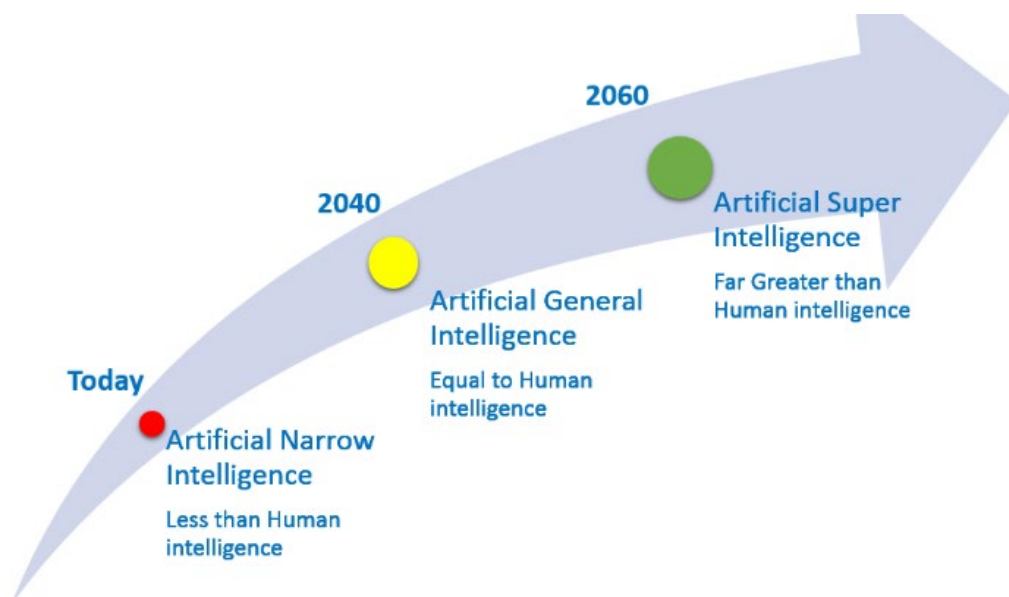
δεδομένων έχοντας πρόσβαση στο διαδίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν και αλληλεπιδρούν με τον χρήστη, ωστόσο, είναι συνεπής σε λάθη και ανακρίβειες αν δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις ερωτήσεις που τους γίνονται [8].

2. Γενική τεχνητή νοημοσύνη - Artificial general intelligence (AGI)

Η Γενική τεχνητή νοημοσύνη, που αναφέρεται επίσης και ως strong AI ή deep AI, είναι η ιδέα μιας μηχανής που μπορεί να μιμηθεί την ανθρώπινη νοημοσύνη και συμπεριφορά. Επίσης, είναι σε θέση να σκέφτεται και να ενεργεί με τέτοιο τρόπο που είναι πανομοιότυπος με του ανθρώπου. Μέχρι στιγμής δεν έχει επιτευχθεί μια τέτοια μηχανή, αλλά για να γίνει αυτό θα πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος οι μηχανές να αποκτήσουν συνείδηση [8].

3. Τεχνητή υπερνοημοσύνη - Artificial superintelligence (ASI)

Η Τεχνητή υπερνοημοσύνη είναι το είδος της τεχνητής νοημοσύνης που μπορεί να αποκτήσει συνείδηση και να ξεπεράσει τις ικανότητες της ανθρώπινης νοημοσύνης εκτελώντας λειτουργίες που δεν θα μπορούσε ένας άνθρωπος [8].



Εικόνα 6: Το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης - <https://cmt.ee.org/futuredirections/2018/01/21/computers-keep-getting-better-than-us/>

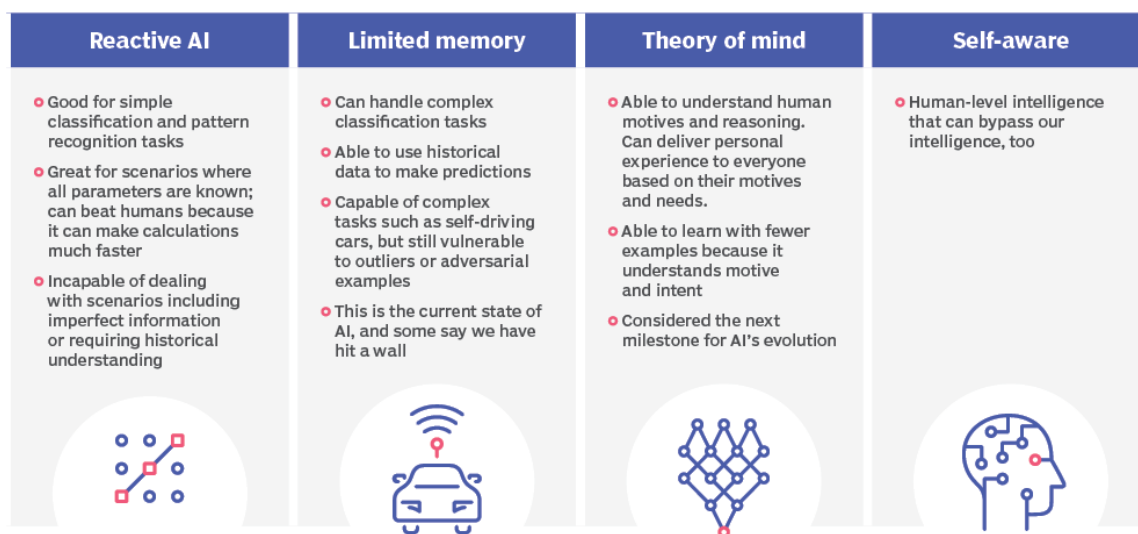
Σύμφωνα με τον Arend Hintze, επίκουρο καθηγητή στο Πολιτειακού Πανεπιστημίου του Michigan, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τέσσερις τύπους.

Ο πρώτος τύπος είναι οι αντιδραστικές μηχανές (Reactive machines). Αυτά τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης δεν έχουν μνήμη και χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένες λειτουργίες. Ένα τέτοιο

παράδειγμα είναι ο υπολογιστής Deep Blue της IBM που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2.1.1. Αυτός ο υπολογιστής μπορεί να αναγνωρίζει τα πιόνια και τις θέσεις σε μια σκακιέρα και να κάνει προβλέψεις, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει τεχνικές από παλιά παιχνίδια σε νέα, καθώς δεν έχει μνήμη. Ο δεύτερος τύπος είναι της περιορισμένης μνήμης (Limited memory). Αυτά τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης διαθέτουν μνήμη έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιήσουν παλαιότερες εμπειρίες σε μελλοντικές αποφάσεις. Τέτοια συστήματα έχουν εφαρμοστεί στα αυτοοδηγούμενα (self-driving) οχήματα. Ο τρίτος τύπος είναι η θεωρία του νου (Theory of mind). Ο όρος «θεωρία του νου» αναφέρεται στην ψυχολογία, αλλά όταν εφαρμόζεται στην τεχνητή νοημοσύνη σημαίνει ότι το σύστημα έχει την νοημοσύνη να αντιλαμβάνεται τα συναισθήματα. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορεί να καταλαβαίνει τις ανθρώπινες προθέσεις και να προβλέπει τις ανθρώπινες συμπεριφορές. Ο τέταρτος και τελευταίος τύπος είναι η αυτογνωσία (Self-awareness). Σε αυτόν τον τύπο, τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης έχουν συνείδηση καθώς μπορούν να έχουν αίσθηση του εαυτού τους [7].

Types of AI

The emergence of artificial superintelligence will change humanity, but it's not happening soon. Here are the types of AI leading up that new reality.



Εικόνα 7: Οι 4 τύποι της τεχνητής νοημοσύνης- πηγή: David Petersson

2.1.4 Τομείς εφαρμογής τεχνητής νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη επιλέγεται όλο και πιο πολύ από τις εταιρίες την τεχνολογίας και μη, συνεπώς χρησιμοποιείται και από τον άνθρωπο στην καθημερινότητά του και ας μην το αντιλαμβάνεται. Παρακάτω δίνονται κάποια παραδείγματα χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης.

Υγειονομική περίθαλψη. Η τεχνητή νοημοσύνη παρέχει καινοτόμες λύσεις σε δύσκολα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο τομέας την υγειονομικής περίθαλψης, επίσης, συμβάλει στην βελτίωση της ποιότητας, της αποδοτικότητας και της προσβασιμότητας των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης. Κάποιες από τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην υγειονομική περίθαλψη είναι η διάγνωση και θεραπεία. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην διάγνωση ασθενειών και παθήσεων όπως ο καρκίνος, οι καρδιακές παθήσεις και τα εγκεφαλικά επεισόδια από την ανάλυση εικόνων, εργαστηριακών εξετάσεων και άλλων δεδομένων. Επίσης, είναι σε θέση να προτείνει εξατομικευμένες θεραπείες με βάση το ιστορικό του ασθενούς. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην δημιουργία και ανάπτυξη φαρμάκων επισπεύδοντας τις διαδικασίες που χρειάζονται να γίνουν, ελέγχοντας μεγάλες βάσεις δεδομένων χημικών ενώσεων, σχεδιάζοντας καινοτόμα σκευάσματα και διεξάγοντας κλινικές δοκιμές των νέων φαρμάκων αφού βγουν στην αγορά. Ακόμη, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι η ικανότητα πρόληψης, παρακολουθώντας και αναλύοντας δείκτες υγείας όπως ζωτικά σημεία, μοτίβα ύπνου και καταστάσεις ψυχικής διάθεσης. Παράλληλα, μπορεί να παρέχει σχόλια και καθοδήγηση σε άτομα για την βελτίωση της υγείας και του τρόπου ζωής τους. Συγχρόνως, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην διαχείριση και διοίκηση των νοσοκομείων, βελτιώνοντας την κατανομή των πόρων, την βελτιστοποίηση της ροής εργασιών και τον προγραμματισμό και το συντονισμό του νοσοκομείου.

Εκπαίδευση. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενισχύσει την ποιότητα της εκπαίδευσης τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές με διάφορους τρόπους. Ένας από αυτούς είναι παρέχοντας εξατομικευμένες μεθόδους εκπαίδευσης με βάση τις ανάγκες, τις προτιμήσεις και τις ικανότητες του κάθε μαθητή ξεχωριστά. Επίσης, με την δημιουργία διαδραστικού περιεχομένου, όπως παιχνίδια, εξομοιώσεις και εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας, μπορούν να ενθαρρύνουν και να εμπνεύσουν τους μαθητές να μάθουν. Ακόμη, μπορεί να υπάρξει υποστήριξη της δια βίου μάθησης και της επαγγελματικής σταδιοδρομίας με την προσφορά προσαρμοστικών και ευέλικτων μαθημάτων και προγραμμάτων. Παράλληλα, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει και τους εκπαιδευτικούς αυτοματοποιώντας εργασίες όπως η βαθμολόγηση των μαθητών και η παρακολούθηση της πορείας τους για την εξαγωγή αξιολογήσεων, οι οποίες θα εξοικονομήσουν χρόνο και πόρους για τους εκπαιδευτικούς.

Επιχειρήσεις. Η τεχνητή νοημοσύνη έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι επιχειρήσεις. Κάποια παραδείγματα όπου η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη των

επιχειρήσεων είναι με την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων και τετριμμένων εργασιών, όπως η καταχώρηση δεδομένων, η τιμολόγηση, ο προγραμματισμός και η εξυπηρέτηση πελατών. Με αυτόν τον τρόπο απελευθερώνονται ανθρώπινοι πόροι και τοποθετούνται σε πιο δημιουργικά και στρατηγικά έργα που απαιτούν ανθρώπινη κρίση και ικανότητα. Ακόμη, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναλύει μεγάλο όγκο δεδομένων και να παρέχει πληροφορίες και συμβουλές οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις να λάβουν καλύτερες αποφάσεις. Αυτό μπορεί να γίνει μέσα από την πρόβλεψη της ζήτησης και τις εξατομικευμένες καμπάνιες μάρκετινγκ. Επίσης, μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία των πελατών παρέχοντας εξατομικευμένες υπηρεσίες και προϊόντα που ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους. Ακόμη, μπορεί να βοηθήσει στην δημιουργία νέων ιδεών, πρωτότυπων σεναρίων για διαφήμιση αλλά και να σχεδιάσει προϊόντα μέσα από τεχνικές όπως της παραγωγής φυσικής γλώσσας, την επεξεργασία φυσικής γλώσσας και της όρασης υπολογιστών.

Ασφάλεια. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην ασφάλεια, ενισχύοντας τις δυνατότητες των συστημάτων ασφαλείας και του προσωπικού, αλλά και να βελτιώσει την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των εταιρειών ασφαλείας. Κάποιους από τους τρόπους που μπορεί να βοηθήσει η τεχνητή νοημοσύνη στον τομέα της ασφαλείας είναι η ανάλυση μεγάλων όγκων δεδομένων και ο εντοπισμό ανωμαλιών και κινδύνων σε προγράμματα που ένας αναλυτής μπορεί να μην βρει ή να χρειαστεί πολύ περισσότερο χρόνο για να τα εντοπίσει. Επίσης, μπορεί να αυτοματοποιήσει και να βελτιώσει διαδικασίες όπως αυτές της παρακολούθησης κακόβουλων λογισμικών και επιθέσεων αλλά και ειδοποίησης αν παρουσιαστεί κάποια επίθεση. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει μείωση των ανθρώπινων λαθών, καθώς και εξοικονόμηση πόρων και χρόνου για τις ομάδες ασφαλείας. Ακόμη, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τους αναλυτές παρέχοντάς τους καθοδήγηση και σχετικές πληροφορίες πάνω στον τομέα που δουλεύουν. Τέλος, μπορεί να αναπτύξει νέες τεχνολογίες, όπως τον βιομετρικό έλεγχο ταυτότητας, την αναγνώριση προσώπου και την κρυπτογράφηση, καθώς και να βελτιώσει τα υπάρχοντα συστήματα ασφαλείας, όπως το λογισμικό προστασίας από ιούς (antivirus), τα τείχη προστασίας (firewalls), τις κάμερες ασφαλείας και τους αισθητήρες.

Περιβάλλον. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση πολλών οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο άνθρωπος στην σημερινή εποχή. Ένα παράδειγμα είναι η παρακολούθηση και προστασία της βιοποικιλότητας με την βοήθεια αισθητήρων και μοντέλων Μηχανικής Μάθησης. Αυτό έχει επιτευχθεί από την μη κερδοσκοπική οργάνωση Rainforest Connection, η οποία τοποθετεί αισθητήρες πάνω σε δέντρα, που μπορούν να ακούν τους ήχους του δάσους. Έτσι, προστατεύονται τα δάση από παράνομη δραστηριότητα, όπως υλοτομία και λαθροθηρία, καθώς ειδοποιούνται οι τοπικές αρχές άμεσα. Τέτοιες συσκευές έχουν τοποθετηθεί και στον προστατευόμενο εθνικό δρυμό Βίκου-Αώου. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας, σχεδιάζοντας πιο ενεργειακά αποδοτικά κτίρια και βελτιστοποιώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επίσης, μπορεί να βελτιώσει τα δίκτυα μεταφορών χρησιμοποιώντας

δεδομένα και αλγόριθμους για τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας και μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, βοηθώντας τους οδηγούς να βρουν τις βέλτιστες διαδρομές, να αποφεύγουν ατυχήματα και ακόμη να βρίσκουν θέσεις στάθμευσης. Παράλληλα, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τα εργοστάσια να λειτουργούν πιο αποδοτικά και να είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον με την βελτίωση των αλυσίδων παραγωγής, την σχεδίαση πιο φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντων και την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του εργοστασίου.

Τραπεζικό τομέα. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τον τραπεζικό τομέα με την αυτοματοποίηση εργασιών, όπως η καταχώρηση δεδομένων και η επεξεργασία εγγράφων, καθώς μπορεί να μειώσει τα ανθρώπινα λάθη και να εξοικονομήσει χρόνο και κόστος. Επίσης, μπορεί να βελτιώσει την εξυπηρέτηση πελατών παρέχοντας εξατομικευμένες προσφορές και φωνητικούς βοηθούς, βελτιώνοντας την συνολική εμπειρία του χρήστη. Ακόμη, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην αποτροπή απώλειας χρημάτων πελατών, ανιχνεύοντας απάτες μέσα από την ανάλυση μοτίβων συναλλαγών και από τις ασυνήθιστες συμπεριφορές χρηστών.

2.1.5 Κλάδοι τεχνητής νοημοσύνης

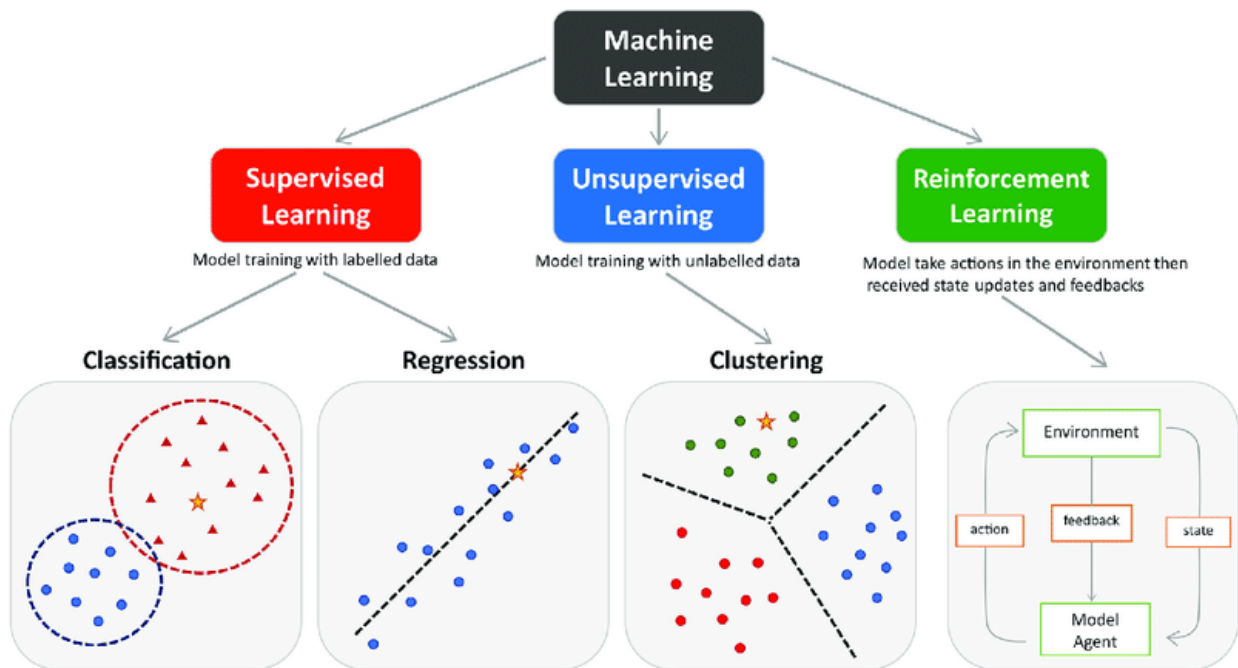
Από την αρχή του ενδιαφέροντος της επιστήμης για την τεχνητή νοημοσύνη μέχρι και σήμερα, η τεχνητή νοημοσύνη και ο τομέας της τεχνολογίας γενικότερα, έχουν εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό με αποτέλεσμα να εμφανίζονται καινούργια προβλήματα που χρήζουν λύση. Αποτέλεσμα είναι να δημιουργούνται νέα υποσύνολα της τεχνητής νοημοσύνης με σκοπό να επιλύουν προβλήματα που προκύπτουν. Τις περισσότερες φορές βέβαια, αυτά τα υποσύνολα της τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιούνται συνδυαστικά. Παρακάτω θα αναλυθούν τα κύρια υποσύνολα της τεχνητής νοημοσύνης, χωρίς αυτό να σημαίνει πως είναι αποκλειστικά μόνο αυτά, αλλά θα αναφερθούν τα συγκεκριμένα για να γίνει κατανοητός ο κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης. Τα κύρια υποσύνολα της τεχνητής νοημοσύνης είναι:

1. Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)
2. Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks)
3. Ρομποτική (Robotics)
4. Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP-Natural Language Processing)
5. Έμπειρα συστήματα (Expert systems)
6. Ασαφής λογική (Fuzzy Logic)

2.1.5.1 Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

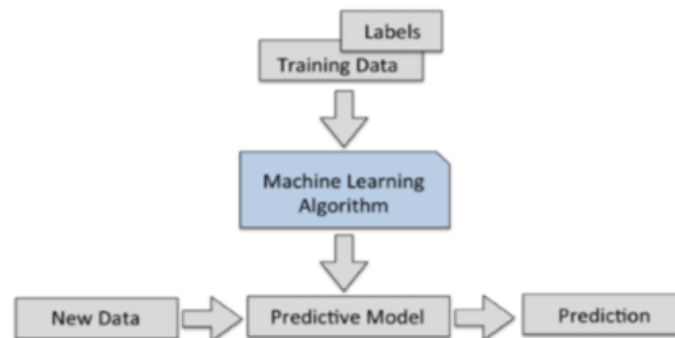
Μηχανική μάθηση (Machine Learning - ML) είναι ένα υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης που μπορεί να οριστεί ως «το φαινόμενο κατά το οποίο ένα σύστημα βελτιώνει την απόδοσή του κατά την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας, χωρίς να υπάρχει ανάγκη να προγραμματιστεί εκ νέου» [1]. Με βάση τον ορισμό αυτό, η Μηχανική Μάθηση επικεντρώνεται στην χρήση δεδομένων και αλγορίθμων με σκοπό την μίμηση του τρόπου με τον οποίο μαθαίνει ο άνθρωπος, βελτιώνοντας σταδιακά την απόδοσή του. Το πεδίο της Μηχανικής Μάθησης είναι πολύ σημαντικό καθώς συναντάται σχεδόν σε κάθε εφαρμογή που χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη. Στην σημερινή εποχή, οι εφαρμογές που κάνουν χρήση της Μηχανικής Μάθησης και χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στην καθημερινότητά του, ακόμη και αν δεν το συνειδητοποιεί, είναι ποικίλες, όπως οι εικονικοί βοηθοί (π.χ. Siri, Cortana, Alexa) που χρησιμοποιούν την τεχνολογία της αναγνώρισης ομιλίας (speech recognition). Επίσης, οι μηχανές προτάσεων (recommendation engines) που βοηθούν τις εταιρίες να προσωποποιούν τις διαφημίσεις και να προτείνουν τα προϊόντα τους με βάση τις προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη, η όραση υπολογιστών (Computer vision) που χρησιμοποιείται στην υγειονομική περίθαλψη για τις ακτινολογικές απεικονίσεις και στα αυτοκινούμενα αυτοκίνητα με σκοπό την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών. Η Μηχανική Μάθηση χρησιμοποιείται ακόμη και στις πλατφόρμες συναλλαγών, πραγματοποιώντας χιλιάδες συναλλαγές καθημερινά, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, βασιζόμενες στην αυτοματοποιημένη συναλλαγή μετοχών.

Η Μηχανική Μάθηση αποτελείται από τρία κύρια μοντέλα μάθησης, αντίστοιχα και με τους τρόπους όπου μαθαίνει ο άνθρωπος: επιβλεπόμενη μάθηση, μη επιβλεπόμενη μάθηση και ενισχυτική μάθηση.



Εικόνα 8: Τα κύρια μοντέλα μάθησης στην Μηχανική Μάθηση - https://www.researchgate.net/figure/The-main-types-of-machine-learning-Main-approaches-include-classification-and_fig1_354960266

Επιβλεπόμενη Μάθηση (Supervised Learning) είναι η τεχνική με την οποία ο αλγόριθμος εκπαιδεύεται με σκοπό για άγνωστα δεδομένα εισόδου, να εξάγει επιθυμητά αποτελέσματα. Η εκπαίδευση γίνεται τροφοδοτώντας τον αλγόριθμο με προκαθορισμένες τιμές εισόδου και αντίστοιχα τιμές εξόδου, δηλαδή, υπάρχουν δεδομένα με ετικέτες (labels) που δείχνουν τη σύνδεση με την έξοδο. Στην επιβλεπόμενη μάθηση, σκοπός του αλγορίθμου είναι η κατανόηση της σχέσης μεταξύ εισόδου και εξόδου [9].



Εικόνα 9: Βήματα Επιβλεπόμενης Μάθησης - https://www.researchgate.net/figure/Machine-Learning-Model_fig1_334825018

Η Επιβλεπόμενη Μάθηση, χρησιμοποιείται σε προβλήματα:

1. **Ταξινόμησης (Classification)**. Σε αυτή την μέθοδο, προβλέπεται η κλάση (ετικέτα) των νέων δειγμάτων, δηλαδή, τα δεδομένα εισόδου ταξινομούνται σε ξεχωριστές κλάσεις. Ένα παράδειγμα χρήσης ταξινόμησης είναι η πρόβλεψη αν θα βρέξει ή όχι με βάση τα δεδομένα καιρού. Η ταξινόμηση μπορεί να βρει χρήσεις στην ακτινοδιαγνωστική (Medical imaging), στην αναγνώριση ομιλίας (speech recognition), στην αναγνώριση γραφής (handwriting recognition), στην ταξινόμηση κακόβουλου λογισμικού (malware classification), στην κατηγοριοποίηση πελατών (customer segmentation), στην ταξινόμηση εγγράφων (document classification), στην ταξινόμηση κακόβουλων (spam) μηνυμάτων και στην αναγνώριση εικόνας (image recognition) [10].

Μερικοί από τους πιο γνωστούς αλγορίθμους ταξινόμησης είναι:

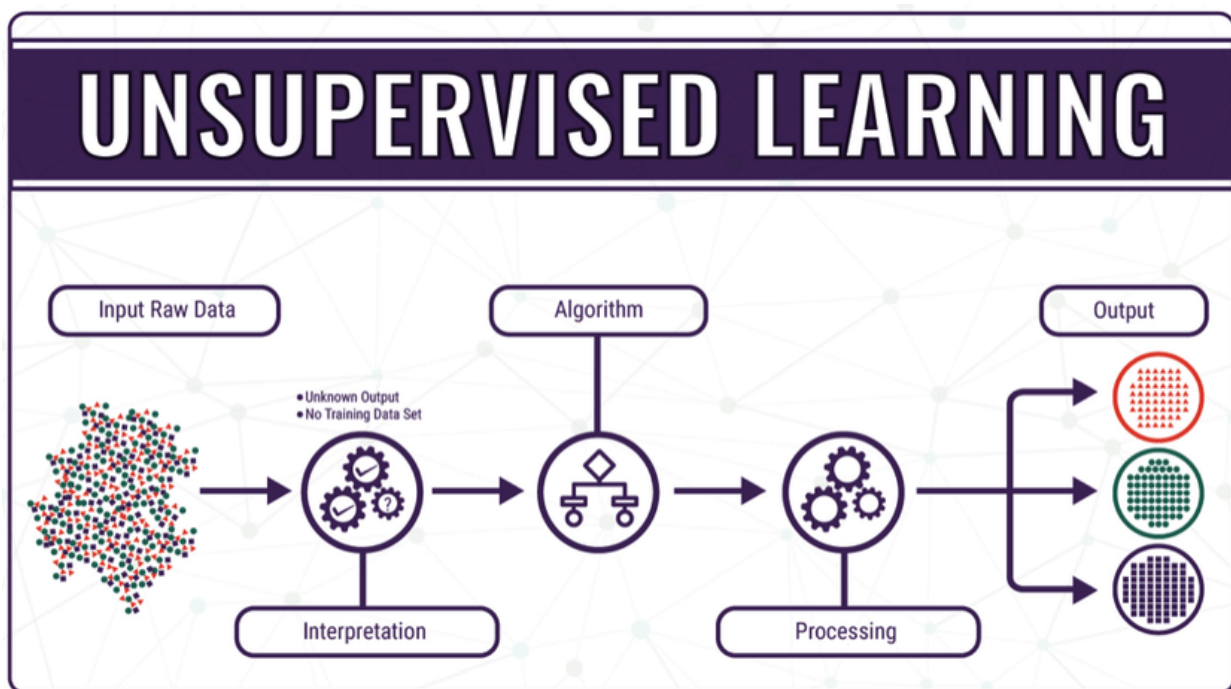
- Random Forest
- Δένδρα Αποφάσεων (Decision Trees)
- Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression)
- Μηχανές Υποστήριξης Διανυσμάτων (Support vector Machines - SVM)

2. **Πρόγνωσης (Regression)**. Σε αυτή την μέθοδο, προβλέπεται η αριθμητική τιμή εξόδου των νέων δεδομένων εισόδου. Δηλαδή, η μέθοδος αυτή, χρησιμοποιεί ένα ή περισσότερα σύνολα δεδομένων εκπαίδευσης και με βάση αυτά και τις τιμές εξόδου τους, μπορεί να προβλέπει τιμές εξόδου για νέα δεδομένα. Πρέπει να σημειωθεί πως τα αποτελέσματα είναι συνεχή και όχι διακριτά. Η Πρόγνωση μπορεί να βρει χρήσεις στον εντοπισμό των τάσεων της αγοράς, στην πρόβλεψη των τιμών των κατοικιών, στην ανάλυση των τιμών των μετοχών, στην πρόβλεψη ασθενειών και στην εκτίμηση των ασφαλίσεων [10].

Μερικοί από τους πιο γνωστούς αλγορίθμους πρόγνωσης είναι:

- Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression)
- Regression Trees
- Μη Γραμμική Παλινδρόμηση (Non-Linear Regression)
- Γραμμική Παλινδρόμηση Bayes (Bayesian Linear Regression)

Μη Επιβλεπόμενη Μάθηση (Unsupervised Learning) είναι η τεχνική με την οποία ο αλγόριθμος κατασκευάζει ένα μοντέλο που γνωρίζει μόνο τα δεδομένα εισόδου, χωρίς να γνωρίζει τις επιθυμητές εξόδους και ο υπολογιστής καλείται να αναγνωρίσει τα μοτίβα που ίσως να υπάρχουν [9].



Εικόνα 10: Βήματα Μη Επιβλεπόμενης Μάθησης - https://www.researchgate.net/figure/Unsupervised-Learning18_fig3_341703036

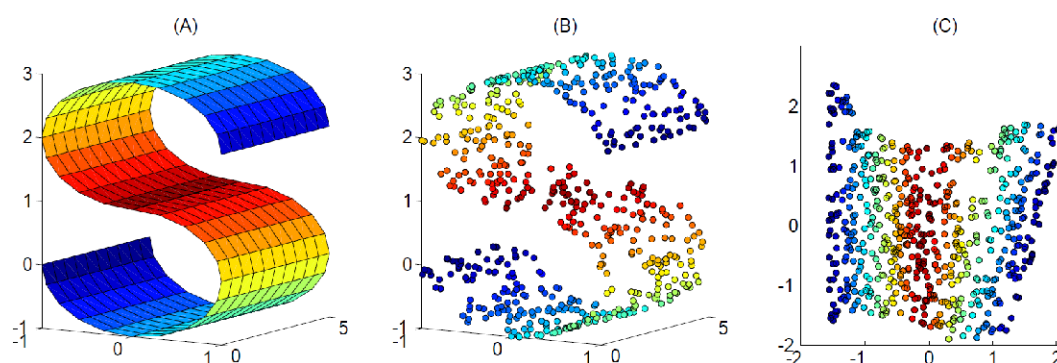
Η Μη Επιβλεπόμενη Μάθηση χρησιμοποιείται σε προβλήματα:

1. **Ομαδοποίησης (Clustering)**. Σε αυτή την μέθοδο, γίνεται κατηγοριοποίηση των δεδομένων χωρίς ετικέτα (unlabeled data) σε ομάδες (clusters) χωρίς να υπάρχει κάποια γνώση για τις ομάδες. Ο σκοπός της ομαδοποίησης είναι τα αντικείμενα σε μια ομάδα να έχουν πιο πολλά κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ τους παρά με τα αντικείμενα των άλλων ομάδων. Αυτό που γίνεται στην ουσία είναι η εξαγωγή γνώσης από την άγνωστη κατανομή που ακολουθούν τα δεδομένα. Η ομαδοποίηση μοιάζει πολύ με την ταξινόμηση στην Επιβλεπόμενη Μάθηση, με την διαφορά όμως ότι το σύνολο δεδομένων (dataset) στην ταξινόμηση είναι δεδομένα με ετικέτα (labeled data) ενώ στην ομαδοποίηση είναι χωρίς ετικέτα. Η ομαδοποίηση μπορεί να βρει χρήσεις στην επίλυση περίπλοκων προβλημάτων, στο φιλτράρισμα κακόβουλων (spam) μηνυμάτων, στον εντοπισμό ύποπτων δραστηριοτήτων και στο εξατομικευμένο μάρκετινγκ [10].

Μερικοί από τους πιο γνωστούς αλγορίθμους ομαδοποίησης είναι:

- K-Means
- Mean-shift
- DBSCAN

2. **Μείωσης διαστατικότητας (Dimensionality reduction)**. Τα σύνολα δεδομένων προς επεξεργασία παρουσιάζουν έναν αριθμό από χαρακτηριστικά (features), τα οποία μπορεί να είναι εισόδου, μεταβλητών ή στηλών. Ο αριθμός αυτών των χαρακτηριστικών είναι γνωστός ως διαστατικότητα (dimensionality). Έτσι, η μείωση της διαστατικότητας είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την μείωση του αριθμού των χαρακτηριστικών σε ένα σύνολο δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να διατηρεί την ουσία των αρχικών δεδομένων. Με άλλα λόγια, είναι μια διαδικασία μετασχηματισμού δεδομένων υψηλής διάστασης σε ένα χώρο χαμηλότερης διάστασης. Η μείωση της διαστατικότητας είναι πολύ σημαντική, καθώς η προεπεξεργασία συνόλων δεδομένων με μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών είναι πολύ δύσκολη για κάποιους αλγορίθμους (ταξινόμησης, ομαδοποίησης κλπ.), έτσι με αυτόν τον τρόπο γίνεται ευκολότερη η κατανόηση και οπτικοποίηση των δεδομένων.



Εικόνα 11: Παράδειγμα μείωσης διαστατικότητας [11]

Μερικές από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την μείωση της διαστατικότητας είναι:

- Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis - PCA)
- Ανάλυση Γραμμικών Διακρίσεων (Linear Discriminant Analysis - LDA)
- Γενικευμένη Διακριτική Ανάλυση. (Generalized Discriminant Analysis - GDA)

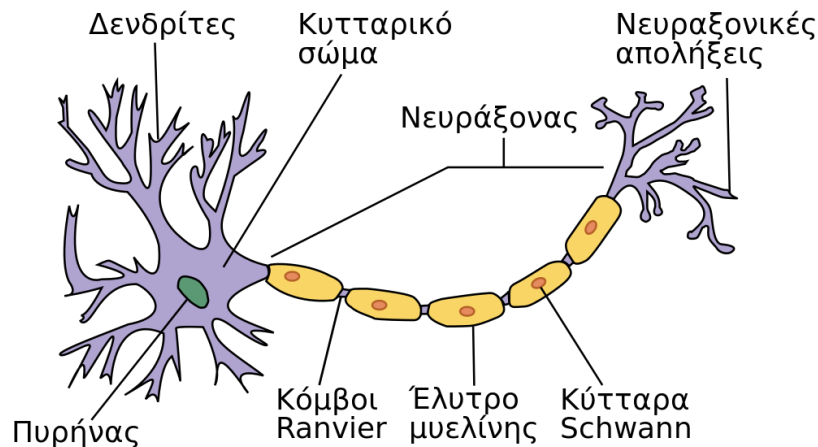
Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning) είναι η τεχνική όπου χρησιμοποιείται ένας αυτόνομος πράκτορας (agent), ο οποίος βελτιώνει την απόδοσή του όσο περισσότερο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. Η απόδοσή του βελτιώνεται αξιολογώντας την μέσω μιας συνάρτησης ανταμοιβής (reward function). Σκοπός του πράκτορα είναι να βρει μια σειρά ενεργειών, με τις οποίες θα μεγιστοποιήσει την συνάρτηση ανταμοιβής. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέσω δοκιμής και λάθους (trial and error). Ένα παράδειγμα είναι ένα ρομπότ που προσπαθεί να μάθει να περνάει εμπόδια. Στην συνάρτηση ανταμοιβής μετράει θετικά η απόσταση που διανύει ενώ αρνητικά οι συγκρούσεις με τα αντικείμενα. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ διαδεδομένη στα παιχνίδια, καθώς οι υπολογιστές μαθαίνουν να παίζουν τόσο καλά που πλέον οι άνθρωποι αδυνατούν να τους ανταγωνιστούν. Τέτοια παραδείγματα είναι ο υπολογιστής AlphaGo στο επιτραπέζιο παιχνίδι Go και ο υπολογιστής της OpenAI στο παιχνίδι DOTA 2, ο οποίος έχει ποσοστό νίκης πάνω από 99%, ενώ έχει κερδίσει και τους παγκόσμιους πρωταθλητές OG [12].

Μερικοί αλγόριθμοι ενισχυτικής μάθησης είναι:

- Μοντέλα Markov
- Q-Learning
- Deep Q-Networks

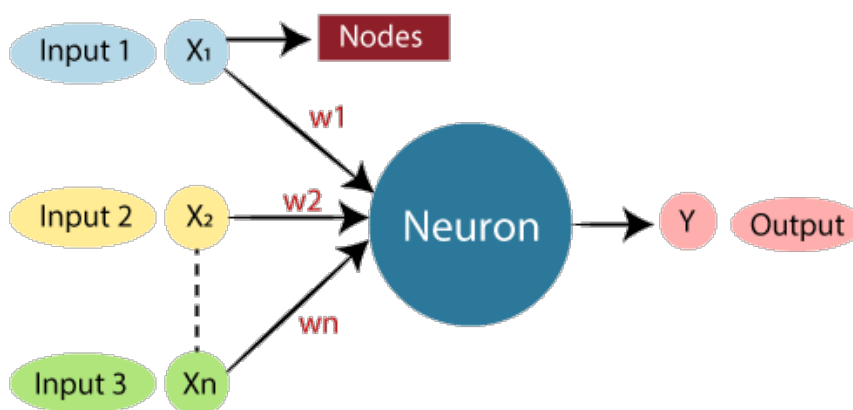
2.1.5.2 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks)

Ο όρος Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα -ΤΝΔ (Artificial Neural Networks - ANN) προέρχεται από τα βιολογικά Νευρωνικά Δίκτυα, τα οποία αναπτύσσουν την δομή του ανθρώπινου εγκεφάλου. Τα ΤΝΔ προσπαθούν να μιμηθούν τις λειτουργίες των νευρώνων του ανθρώπινου εγκεφάλου μέσα από μαθηματικά μοντέλα, παρόμοια με αντίστοιχα βιολογικά μοντέλα [1]. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει νευρώνες που συνδέονται μεταξύ τους, έτσι ώστε να μπορούν να επικοινωνούν μέσω της μεταφοράς ηλεκτρικών σημάτων. Ομοίως και τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα έχουν νευρώνες που συνδέονται μεταξύ τους σε διάφορα επίπεδα των δικτύων. Αυτοί οι νευρώνες ονομάζονται κόμβοι.



Εικόνα 12: Διάγραμμα Βιολογικού Νευρικού Δικτύου - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neuron_el.png

Τα κύρια τμήματα ενός νευρώνα είναι οι δενδρίτες (dendrites), που χρησιμοποιούνται ως κανάλια εισόδου για τον νευρώνα, το κυτταρικό σώμα (cell body) και ο νευράξονας (axon), που συνδέει νευρώνες μεταξύ τους. Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί ένας νευρώνας είναι ο εξής. Ο άξονας του ενός νευρώνα μεταφέρει σήματα, μέσω των νευραξονικών απολήξεων ή συνάψεων (synapses), στους δενδρίτες γειτονικών νευρώνων. Ο νευρώνας που δέχεται τα σήματα από γειτονικούς νευρώνες μέσω των δενδριτών, μπορεί να τα επεξεργαστεί και να τροφοδοτήσει την έξοδό του μέσω του άξονα προς άλλους γειτονικούς νευρώνες. Τα σήματα που λαμβάνονται από τους δενδρίτες “ζυγίζονται” και τα αποτελέσματά τους αθροίζονται. Αν το άθροισμα είναι μεγαλύτερο από το οριακό επίπεδο (τιμή κατωφλίου), ο νευρώνας το μεταφέρει στους γειτονικούς νευρώνες [1].



Εικόνα 13: Διάγραμμα Τεχνητού Νευρικού Δικτύου - <https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network>

Στα Βιολογικά Νευρικά Δίκτυα, οι δενδρίτες αντιπροσωπεύουν τις εισόδους (inputs) στα ΤΝΔ, το κυτταρικό σώμα αντιπροσωπεύει τους κόμβους (nodes), οι νευραξονικές απολήξεις ή συνάψεις αντιπροσωπεύουν τα βάρη (weights) και ο νευράξονας αντιπροσωπεύει την έξοδο (output).

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

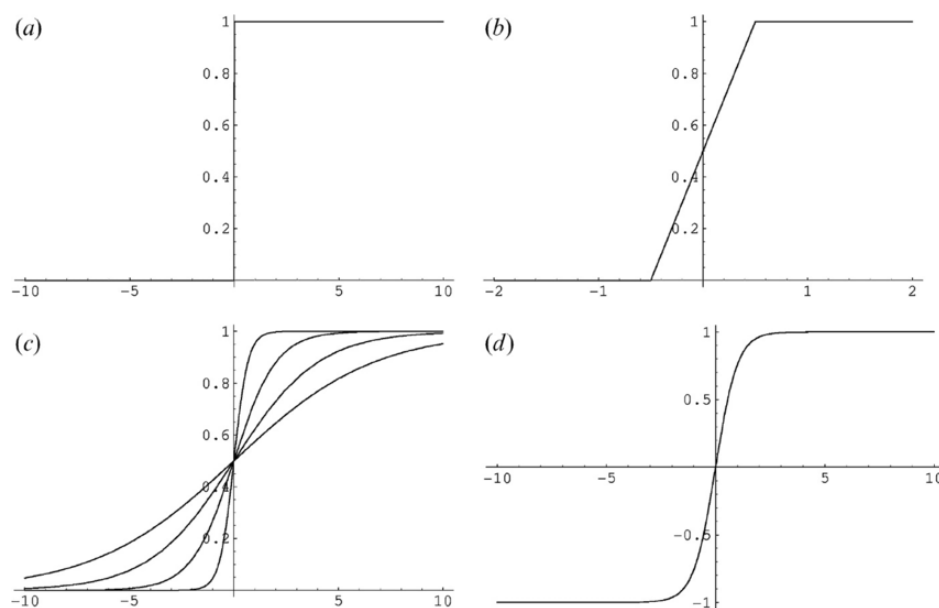
Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα για να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που δέχονται στις εισόδους τους. Κάθε τεχνητός νευρώνας έχει από πολλαπλές εισόδους x_i και μία έξοδο y . Κάθε μια από τις εισόδους ζυγίζεται με το βάρος w_i και έπειτα τα αποτελέσματα των εισόδων αθροίζονται με την συνάρτηση αθροίσματος (summation function)

$$F = \sum_i^n x_i w_i [1].$$

Στην συνέχεια, ο τεχνητός νευρώνας τροφοδοτεί την έξοδο μέσω της συνάρτησης μετάβασης (transfer function), από την στιγμή που το αποτέλεσμα της συνάρτησης αθροίσματος είναι μεγαλύτερο από την τιμή κατωφλίου (threshold) θ , δηλαδή,

$$\sum_i^n x_i w_i - \theta > 0 [1].$$

Κάποιες από τις συναρτήσεις μετάβασης που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι αυτές του κατωφλίου, οι τμηματοποιημένες συναρτήσεις (piecewise linear functions), οι σιγμοειδής συναρτήσεις (sigmoid functions) και οι υπερβολικές συναρτήσεις (hyperbolic functions).



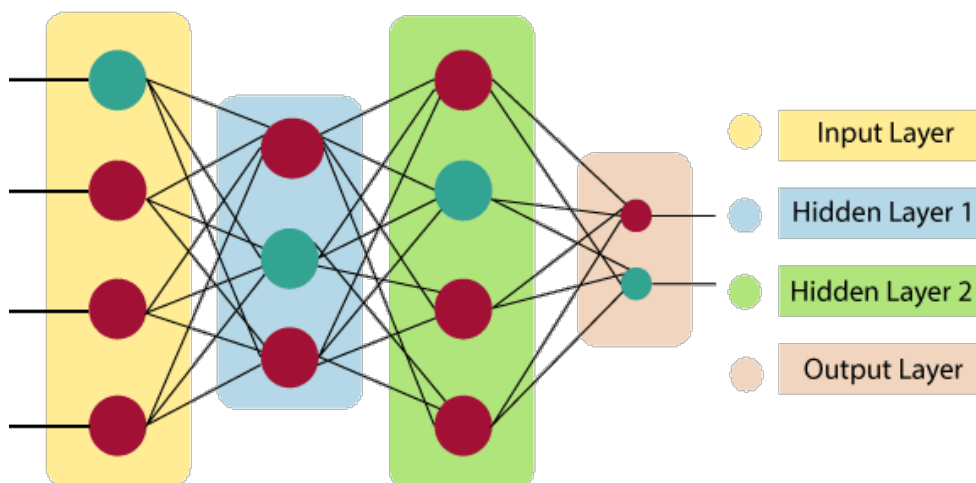
Εικόνα 14: Συναρτήσεις μετάβασης: (a) κατώφλι (threshold), (b) τμηματοποιημένη (piecewise linear), (c) σιγμοειδής (sigmoid) και (d) υπερβολή (hyperbolic) - https://www.researchgate.net/figure/Activation-functions-a-threshold-b-piecewise-linear-c-logistic-sigmoid-and-d_fig6_240527361

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη συνάρτηση μετάβασης στα ΤΝΔ είναι η σιγμοειδής συνάρτηση. Είναι μια αύξουσα συνάρτηση, η οποία παρουσιάζει ομαλότητα και έχει ασυμπτωτικές ιδιότητες. Η τυπική σιγμοειδής συνάρτηση είναι η λογιστική συνάρτηση, η οποία ορίζεται ως

$$g(x) = 1/(1 + \exp\{-\beta x\}),$$

όπου το β είναι παράμετρος κλίσης (slope parameter) [13].

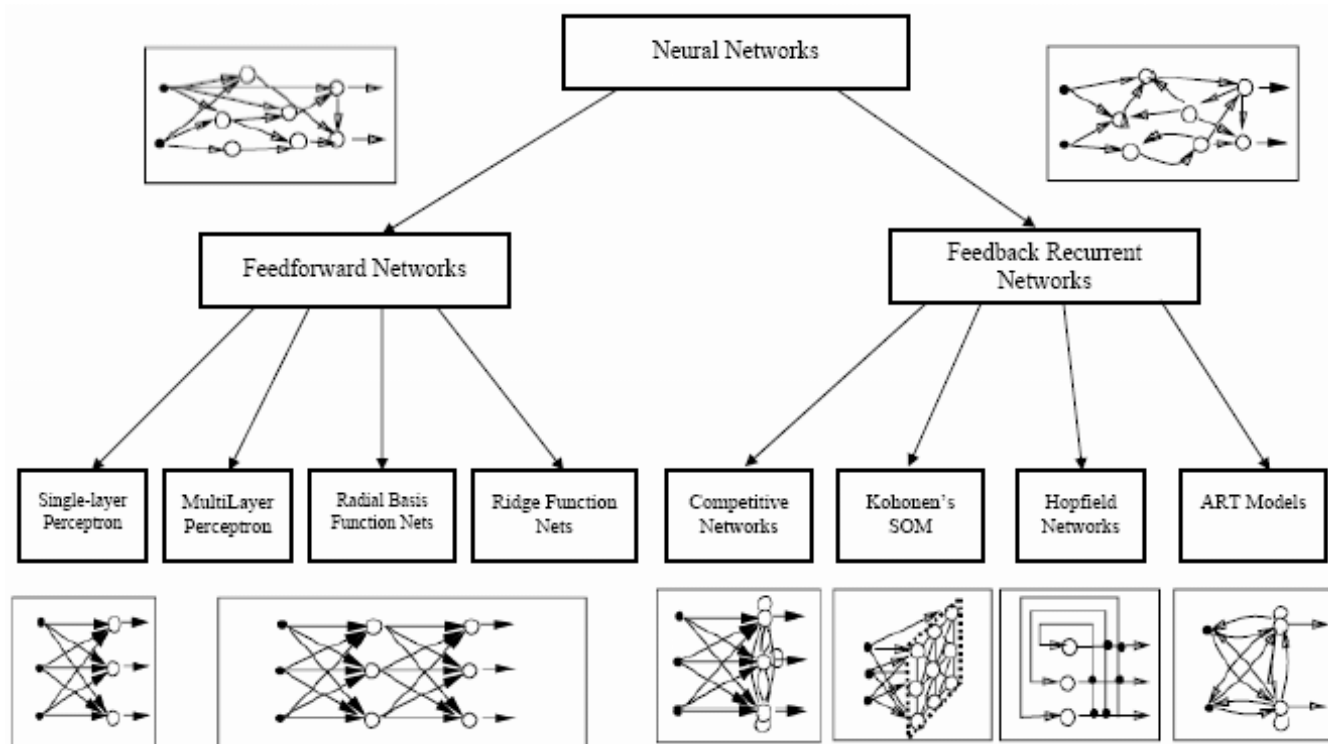
Η πιο απλή μορφή ενός ΤΝΔ αποτελείται μόνο από έναν νευρώνα και ονομάζεται στοιχειώδης Perceptron (basic Perceptron). Συνήθως όμως, τα ΤΝΔ αποτελούνται από επίπεδα (layers), όπου το κάθε επίπεδο έχει και διαφορετική λειτουργία.



Εικόνα 15: Αρχιτεκτονική ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου - <https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network>

Το πρώτο επίπεδο είναι το επίπεδο εισόδου (input layer), το οποίο δέχεται τα δεδομένα σε διάφορες μορφές που παρέχονται από τον προγραμματιστή. Το επόμενο επίπεδο είναι το κρυμμένο επίπεδο (hidden layer), το οποίο βρίσκεται μεταξύ των επιπέδων εισόδου και εξόδου και εκτελεί τους υπολογισμούς για εύρεση κρυφών χαρακτηριστικών και μοτίβων. Ένα ΤΝΔ μπορεί να αποτελείται από κανένα έως πολλά κρυμμένα επίπεδα. Το τελευταίο επίπεδο είναι το επίπεδο εξόδου (output layer), με το οποίο, αφού η είσοδος περάσει από μια σειρά μετασχηματισμών από το κρυμμένο επίπεδο, καταλήγει στο επίπεδο εξόδου από το οποίο εξάγεται η απάντηση. Όλα τα επίπεδα έχουν έναν αριθμό κόμβων (nodes), όπου κάθε κόμβος έχει συνδέσμους με άλλους κόμβους του ίδιου ή άλλου επιπέδου [1].

Η σύνδεση μεταξύ των κόμβων στα ΤΝΔ χωρίζεται σε δύο κύριες κατηγορίες. Τα πρόσθιας τροφοδότησης (feed forward), όπου οι κόμβοι κάθε επιπέδου τροφοδοτούν κόμβους επόμενων επιπέδων και οπίσθιας τροφοδότησης (feed backward), όπου οι κόμβοι ενός επιπέδου μπορούν να τροφοδοτήσουν άλλους κόμβους του ίδιο ή προηγούμενου επιπέδου.



Εικόνα 16: Ταξινόμηση των αρχιτεκτονικών δικτύων πρόσθιας και οπίσθιας τροφοδότησης - https://www.researchgate.net/figure/23-Taxonomy-of-Neural-Network-ArchitecturesJain-AK-MaoJ-and-Mohiuddin-K1996_fig17_331970420

2.1.5.3 Ρομποτική (Robotics)

Στην πλειοψηφία τους, τα συστήματα και οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη δεν υλοποιούνται σε φυσική μορφή αλλά υπάρχουν ως γραμμές κώδικα για την επεξεργασία δεδομένων και την λήψη αποφάσεων. Τα συστήματα ρομποτικής από την άλλη, τα οποία είναι μια υποκατηγορία της τεχνητής νοημοσύνης, αναπτύσσονται σε φυσική μορφή και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο αντικειμένων. Τα συστήματα ρομποτικής έχουν μεγάλη απήχηση σε διάφορους κλάδους, καθώς έχουν μεγάλη ακρίβεια κινήσεων και μικρά περιθώρια λάθους. Τα ρομποτικά συστήματα μπορούν να κατασκευαστούν με επιβλεπόμενη μάθηση αλλά και με μη επιβλεπόμενη μάθηση. Τα ρομποτικά συστήματα διαχωρίζονται σε τύπους αναλόγως την χρήση τους. Ο πιο διαδεδομένος τύπος είναι τα βιομηχανικά ρομποτικά συστήματα. Αυτά χρησιμοποιούνται για την αυτοματοποίηση της γραμμής παραγωγής και τοποθετούνται κυρίως σε θέσης όπου οι εργασίες είναι επικίνδυνες ή τέτοιες όπου ο άνθρωπος δεν μπορεί να αποδώσει στο μέγιστο των δυνατοτήτων του. Με αυτόν τον τρόπο, σώζονται ζωές ανθρώπων αλλά και αναβαθμίζονται οι συνθήκες εργασίας. Ένας άλλος τύπος είναι αυτός του ρομποτικού βοηθού. Τα ρομποτικά συστήματα εξυπηρέτησης χρησιμοποιούνται βοηθώντας τους ανθρώπους σε εργασίες που είναι δύσκολες ή επικίνδυνες καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα εργασιών, από την υγειονομική περίθαλψη έως την και την αμυντική βιομηχανία. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλο ενδιαφέρον στην ανάπτυξη στρατιωτικών ρομποτικών συστημάτων, για την αυτοματοποίηση

ή την ενίσχυση καθηκόντων που εκτελούνται από στρατιώτες. Παρά τις επιφυλάξεις, οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα συστήματα μπορούν να μειώσουν τις απώλειες στρατιωτών αλλά και άμαχων πληθυσμών [14].

2.1.5.4 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing)

Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας δίνει την δυνατότητα στους υπολογιστές να κατανοούν και να παράγουν την ανθρώπινη γλώσσα. Οι άνθρωποι, στην καθημερινότητά τους αλληλεπιδρούν με αυτή την τεχνολογία χωρίς να το συνειδητοποιούν. Για παράδειγμα, όταν ένας άνθρωπος κάνει μια ερώτηση σε έναν ψηφιακό βοηθό (π.χ. Siri, Alexa), η επεξεργασία φυσικής γλώσσας βρίσκεται πίσω από την απάντηση που θα δώσει, καθώς με την χρήση της, οι ψηφιακοί βοηθοί μπορούν να καταλάβουν την ερώτηση του χρήστη αλλά και να απαντήσουν σε φυσική γλώσσα. Άλλα παραδείγματα χρήσης της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας είναι στις μηχανές αναζήτησης, το φιλτράρισμα email (email spam filtering), η αυτόματη μετάφραση από κείμενο σε ομιλία, η περίληψη εγγράφων, η ανάλυση συναισθημάτων και ο έλεγχος κειμένου για γραμματικά και ορθογραφικά λάθη. Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας μπορεί να εφαρμοστεί σε γραπτό κείμενο και σε ομιλία και μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις ανθρώπινες γλώσσες [18]. Υπάρχουν δύο ακόμη όροι που είναι συνώνυμοι με την επεξεργασία φυσικής γλώσσας, η παραγωγή φυσικής γλώσσας (Natural language generation) και η κατανόηση φυσικής γλώσσας (Natural-language understanding).

Η παραγωγή φυσικής γλώσσας είναι η μέθοδος με την οποία δημιουργούνται φράσεις και προτάσεις στην φυσική γλώσσα μέσα από δεδομένα. Αποτελείται από τρία στάδια [19].

1. **Σχεδιασμό κειμένου** (Text planning).
2. **Σχεδιασμό προτάσεων** (Sentence planning)
3. **Υλοποίηση κειμένου** (Text realization)

Η κατανόηση φυσικής γλώσσας επιτρέπει στις μηχανές την δυνατότητα κατανόησης και ερμηνεύσης της ανθρώπινης γλώσσας εξάγοντας μεταδεδομένα (metadata) από το περιεχόμενο [19].

Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας αποτελείται από δύο κύριες φάσεις, την προεπεξεργασία των δεδομένων και την ανάπτυξη αλγορίθμων.

Η προεπεξεργασία δεδομένων χρησιμοποιείται για την προετοιμασία και τον «καθαρισμό» των δεδομένων, έτσι ώστε να γίνει η ανάλυσή τους από τους αλγορίθμους. Τα βήματα από τα οποία περνάνε τα δεδομένα μέχρι να πάρουν την τελική τους μορφή είναι τα παρακάτω:

1. **Segmentation.** Το πρώτο βήμα είναι η τμηματοποίηση των δεδομένων, δηλαδή, διαχωρίζει το κείμενο στις προτάσεις που το απαρτίζουν λαμβάνοντας υπόψη τα σημεία στίξης. Για

παράδειγμα η πρόταση “Η πρωτεύουσα της Ελλάδας είναι η Αθήνα. Το πολίτευμά της είναι Προεδρευόμενη Κοινοβουλευτική Δημοκρατία.” θα χωριστεί σε 2 μέρη, με το πρώτο να είναι “ Η πρωτεύουσα της Ελλάδας είναι η Αθήνα” και το δεύτερο “ Το πολίτευμά της είναι Προεδρευόμενη Κοινοβουλευτική Δημοκρατία.”.

2. **Tokenization.** Με την μέθοδο του tokenization, μια πρόταση χωρίζεται σε ξεχωριστές λέξεις, οι οποίες ονομάζονται tokens. Για παράδειγμα, η πρόταση “Η μέρα σήμερα ήταν πολύ βροχερή” θα διαχωριστεί στις παρακάτω λέξεις (tokens), “Η”, “μέρα”, “σήμερα”, “ήταν”, “πολύ”, “βροχερή”.
3. **Stop words.** Ένα “stop word” είναι ένα token το οποίο αγνοείται κατά την επεξεργασία του κειμένου. Κατά κύριο λόγο είναι μικρές λέξεις που χρησιμοποιούνται συχνά στις προτάσεις και οι οποίες είναι ασήμαντες για την επεξεργασία των δεδομένων. Κάποιες από αυτές είναι το “και”, “η”, “στο”. Στο προηγούμενο παράδειγμα, μετά την αφαίρεση των ασήμαντων λέξεων, η πρόταση θα διαμορφωνόταν, “μέρα σήμερα βροχερή”. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ο χρόνος επεξεργασίας των προτάσεων και ο χώρος αποθήκευσης των δεδομένων.
4. **Stemming.** Το stemming είναι διαδικασία με την οποία οι λέξεις ανάγονται στην ριζική τους μορφή. Για παράδειγμα, οι λέξεις “ intelligently”, “ intelligence” και “ intelligent” έχουν ως ρίζα την λέξη “ intelligen” παρόλο που δεν υπάρχει αυτή η λέξη στα αγγλικά [19].
5. **Lemmatization.** Η λημματοποίηση αφαιρεί τις καταλήξεις και επιστρέφει την κανονική μορφή της λέξης ή του λήμματος. Η λημματοποίηση είναι παρόμοια μέθοδος με το stemming, με την διαφορά ότι το λήμμα είναι μια πραγματική λέξη. Για παράδειγμα, οι λέξεις “playing” και “plays” είναι παράγωγα της λέξης “play”.

Stemming vs Lemmatization



Εικόνα 17: Η διαφορά μεταξύ stemming και lemmatization - <https://www.turing.com/kb/stemming-vs-lemmatization-in-python>

6. **Part-of-speech (POS) tagging.** Η μέθοδος αυτή για ένα δεδομένο token, ψάχνει να βρει που χρησιμοποιείται στο ευρύτερο πλαίσιο μιας της πρότασης. Για παράδειγμα, με την πρόταση “I’m going to make a dinner”, η λέξη “make” είναι το ρήμα της παραπάνω πρότασης ενώ με την πρόταση “What make is your laptop?”, η λέξη “make” είναι ουσιαστικό.
7. **Named Entity Recognition (NER).** Η συγκεκριμένη μέθοδος, για ένα δεδομένο token, ψάχνει να βρει αν υπάρχει κάποια οντότητα που σχετίζεται με αυτό. Για παράδειγμα, το token “Καλλιθέα” έχει μια οντότητα ενός δήμου της Ελλάδος, ενώ το token “Γιώργος” έχει μια οντότητα του ονόματος ενός ανθρώπου.

Όταν ολοκληρωθεί η προεπεξεργασία των δεδομένων, αναπτύσσεται ένας αλγόριθμος με σκοπό την επεξεργασία των δεδομένων. Υπάρχουν ποικίλοι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, όμως θα αναφερθούν δύο κύριοι τύποι που χρησιμοποιούνται πιο συχνά [20].

1. **Σύστημα βασισμένο σε κανόνες (Rules-based system).** Το σύστημα βασισμένο σε κανόνες χρησιμοποιεί γλωσσικούς κανόνες προσεκτικά σχεδιασμένους. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιήθηκε από τις αρχές της ανάπτυξης της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται.
2. **Σύστημα βασισμένο στη μηχανική μάθηση (Machine learning-based system).** Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μαθαίνουν με βάση τα δεδομένα που τους τροφοδοτούνται και προσαρμόζουν τις μεθόδους τους καθώς επεξεργάζονται περισσότερα δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο οι αλγόριθμοι επεξεργασίας φυσικής γλώσσας βελτιώνουν τους κανόνες τους μέσω της επαναλαμβανόμενης επεξεργασίας και εκμάθησης των δεδομένων.

2.1.5.5 Έμπειρα συστήματα (Expert Systems)

Ένα έμπειρο σύστημα είναι υπολογιστικό σύστημα το οποίο είναι σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις παρόμοιες με αυτές ενός εμπειρογνώμονα πάνω σε ένα γνωστικό τομέα. Τα έμπειρα συστήματα είναι ένας κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης που εντάσσεται στο γενικότερο σύνολο των Συστημάτων Βασισμένων στην Γνώση (Knowledge Based Systems). Η διαφορά τους είναι ότι τα έμπειρα συστήματα περιλαμβάνουν ειδική γνώση ενώ τα Συστήματα Βασισμένα στην Γνώση γενική γνώση [1]. Το πρώτο έμπειρο σύστημα αναπτύχθηκε το 1970 και ήταν η πρώτη επιτυχημένη προσέγγιση της τεχνητής νοημοσύνης. Το έμπειρο σύστημα βοηθάει στην λήψη αποφάσεων πολύπλοκων προβλημάτων χρησιμοποιώντας γεγονότα και ευρετικές μεθόδους, αντίστοιχα όπως κάνει και ένας ανθρώπινος εμπειρογνώμονας.

Τα σύγχρονα έμπειρα συστήματα χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη για να προσομοιώσουν την συμπεριφορά ή την κρίση του εμπειρογνώμονα και επιπλέον μπορούν να βελτιώσουν την απόδοσή τους με τον καιρό καθώς αποκτούν περισσότερη εμπειρία. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν εμπειρία και γεγονότα σε μία βάση γνώσεων (knowledge base) και τα ενσωματώνουν σε μια μηχανή εξαγωγής

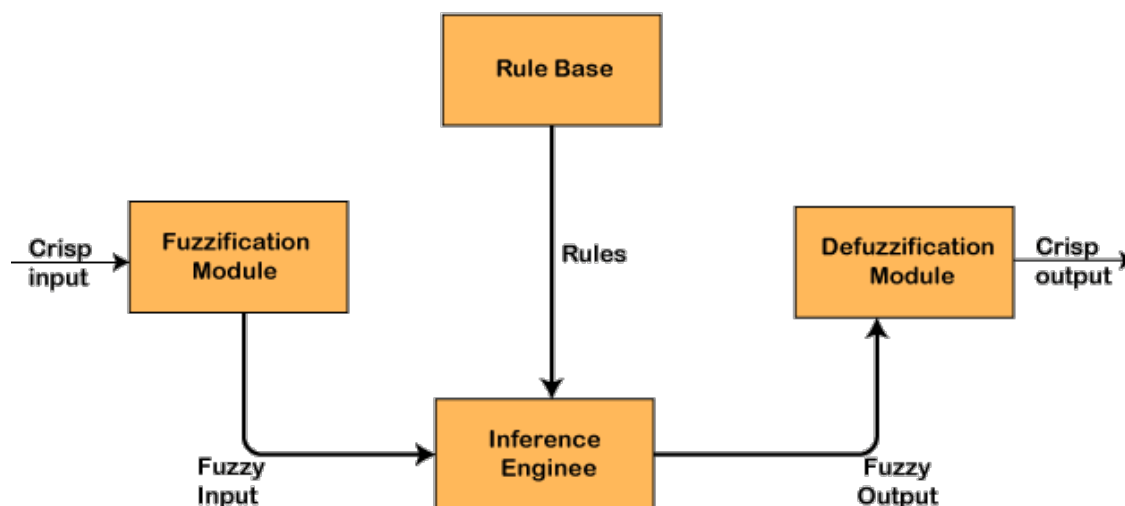
συμπερασμάτων (inference engine). Η μηχανή αυτή περιέχει ένα σύνολο κανόνων για την εφαρμογή της βάσης γνώσεων σε καταστάσεις που παρέχονται στο πρόγραμμα. Η μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων χρησιμοποιεί μια από τις δύο μεθόδους για την απόκτηση πληροφορίας από την βάση γνώσεων. Η πρώτη μέθοδος είναι η ορθή αλυσίδωση (forward chaining), η οποία επεξεργάζεται ένα σύνολο γεγονότων με σκοπό να κάνει μια λογική πρόβλεψη σχετικά με το τι θα συμβεί στο άμεσο μέλλον. Ένα παράδειγμα είναι οι προβλέψεις σχετικά με την κίνηση του χρηματιστηρίου. Η δεύτερη μέθοδος είναι η ανάστροφη αλυσίδωση (backward chaining), η οποία επεξεργάζεται ένα σύνολο γεγονότων με σκοπό να καταλήξει σε ένα λογικό συμπέρασμα για μια κατάσταση που συνέβη. Ένα παράδειγμα είναι η εξέταση διαφόρων συμπτωμάτων για την εξαγωγή ιατρικής διάγνωσης [17].

2.1.5.6 Ασαφής λογική (Fuzzy Logic)

Η λήψη αποφάσεων για τον άνθρωπο αποτελεί βασικό στοιχείο της καθημερινότητάς του. Πολλές φορές δεν είναι δυνατή η διαπίστωση αν μια συγκεκριμένη δήλωση είναι αληθής ή ψευδής. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η ασαφής λογική προσφέρει ευελιξία στη διαδικασία συλλογισμού, δεδομένης της αβεβαιότητας. Η ασαφής λογική είναι μια υπολογιστική τεχνική, η οποία βασίζεται στον βαθμό της αλήθειας. Ένα σύστημα ασαφούς λογικής χρησιμοποιεί για είσοδο τον βαθμό της αλήθειας και γλωσσικές μεταβλητές έτσι ώστε να παράξει μια συγκεκριμένη έξοδο. Η φύση της εξόδου καθορίζεται από την κατάσταση της εισόδου. Η τεχνική αυτή είναι διαφορετική από την λογική μπουλ (Boolean logic), η οποία χρησιμοποιεί μόνο δύο καταστάσεις, αληθής ή ψευδής και στα υπολογιστικά συστήματα συμβολίζεται αντίστοιχα ως 1 ή 0. Ένα παράδειγμα είναι η θερμοκρασία σε ένα ποτήρι νερού, η οποία μπορεί να είναι υψηλή (1) ή χαμηλή (0). Στην ασαφή λογική, το νερό μπορεί να περιγραφεί χρησιμοποιώντας περισσότερες κατηγορίες, οι οποίες είναι μεταξύ των δύο κατηγοριών της μπουλ λογικής. Δηλαδή, στην συγκεκριμένη περίπτωση το νερό μπορεί να είναι πολύ κρύο, ζεστό ή πολύ ζεστό. Με βάση αυτό το παράδειγμα, διαπιστώνεται ότι το σύστημα ασαφούς λογικής χρησιμοποιεί βαθμούς πιθανοτήτων και όχι ακριβείς κατηγορίες, οι οποίες δημιουργούν μια ρητή έξοδο [15].

Η αρχιτεκτονική ενός ασαφούς λογικού συστήματος αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά μέρη, τα οποία είναι:

1. Βάση Κανόνων (Rule Base)
2. Ασαφοποίηση (Fuzzification)
3. Μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων (Inference Engine)
4. Αποασαφοποίηση (Defuzzification)



Εικόνα 18: Αρχιτεκτονική ασαφούς λογικού συστήματος - <https://www.javatpoint.com/fuzzy-logic>

Βάση Κανόνων (Rule Base). Περιέχει τους κανόνες και τις συναρτήσεις που ρυθμίζουν την λήψη αποφάσεων.

Ασαφοποίηση (Fuzzification). Αυτό το τμήμα του ασαφούς λογικού συστήματος μετατρέπει τις ανεπεξέργαστες εισόδους σε ασαφή σύνολα. Επίσης, διαιρεί τα σήματα εισόδου στις παρακάτω πέντε καταστάσεις:

- Large Positive (LP)
- Medium Positive (MP)
- Small (S)
- Medium Negative (MN)
- Large negative (LN)

Μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων (Inference Engine). Είναι το κύριο τμήμα ενός ασαφούς λογικού συστήματος, καθώς όλες οι πληροφορίες επεξεργάζονται σε αυτό το τμήμα. Καθορίζει τους κανόνες για μία συγκεκριμένη είσοδο και στην συνέχεια εφαρμόζει τους παραπάνω κανόνες στα δεδομένα εισόδου με σκοπό την παραγωγή μιας ασαφής εξόδου.

Αποασαφοποίηση (Defuzzification). Δέχεται τις εισόδους του ασαφούς συνόλου (fuzzy set) που παράγονται από τη μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων και τις μετατρέπει σε μια ευκρινή τιμή (crisp value). Η Ευκρινής τιμή είναι ένας τύπος τιμής που γίνεται αποδεκτός από τον χρήστη. Υπάρχουν πολλές τεχνικές, αλλά ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την καλύτερη για τη μείωση των σφαλμάτων.

Κάποια παραδείγματα με εφαρμογές της ασαφούς λογικής είναι εφαρμογές ελέγχου όπως έλεγχος αεροσκαφών, λειτουργία του μετρώ Sendai της Ιαπωνίας, το σύστημα cruise control που ελέγχει

αυτόματα την ταχύτητα του αυτοκινήτου, το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, σύστημα αυτόματου παρκαρίσματος σε αυτοκίνητα και η πρόσδεση διαστημικών λεωφορείων. Εφαρμογές χρονοπρογραμματισμού και βελτισποίησης όπως προγραμματισμός ανελκυστήρων και ανάλυση της χρηματιστηριακής αγοράς. Τέλος, εφαρμογές ανάλυσης σήματος για συντονισμό και ερμηνεία όπως η ρύθμιση εικόνας στην τηλεόραση, η αναγνώριση γραφής, η αυτόματη εστίαση στην βιντεοκάμερα και ο σταθεροποιητής βίντεο (video image stabilizer) [16].

2.2 Chatbot

2.2.1 Τι είναι το chatbot

Ένα από τα πιο γνωστά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι αυτό του chatbot. Το chatbot είναι ένα πρόγραμμα με το οποίο ένας χρήστης μπορεί να συνομιλεί, μέσω ομιλίας ή κειμένου και αυτό να ανταποκρίνεται σαν μια νοήμων οντότητα. Ένα chatbot μπορεί να αναγνωρίζει μία ή περισσότερες ανθρώπινες γλώσσες μέσω της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing). Η ερμηνευση της ανθρώπινης γλώσσας από το σύστημα γίνεται με βάση τις πληροφορίες που του έχουν τροφοδοτήσει. Μία άλλη δυνατότητα των chatbots είναι η εκτέλεση λειτουργιών όπως μαθηματικούς υπολογισμούς, ρύθμιση ξυπνητηριού ή συναγερμού, ενεργοποίηση και απενεργοποίηση οικιακών συσκευών κ.ά [21]. Τα chatbots αναφέρονται επίσης και ως smart bots, διαδραστικοί πράκτορες (interactive agents), ψηφιακοί βοηθοί (digital assistants) ή οντότητες τεχνητής συνομιλίας (artificial conversation entities) [22]. Τα chatbots στην σημερινή εποχή βρίσκονται στην καθημερινότητα των ανθρώπων ως εργαλεία στα γραφεία υποστήριξης (help desks), αυτοματοποιημένοι τηλεφωνητές, βοηθητικά εργαλεία για την εκπαίδευση, εργαλεία στις επιχειρήσεις και στο ηλεκτρονικό εμπόριο [23].

2.2.2 Ιστορική αναδρομή

Η ιδέα μιας μηχανής η οποία μπορεί να σκέφτεται και να απαντά όπως ένας άνθρωπος ήρθε από τον σπουδαίο Άγγλο μαθηματικό Άλαν Τούρινγκ (Alan Turing) το 1950 θέτοντας το ερώτημα «Μπορούν οι μηχανές να σκεφτούν;» [24]. Από εκείνη την στιγμή και έπειτα η ιδέα ενός chatbot άρχισε να γίνεται όλο και πιο γνωστή φτάνοντας στο 1966 με την δημιουργία του πρώτου γνωστού chatbot με το όνομα ELIZA. Κατασκευάστηκε από τον Τζόσεφ Βάιζενμπαουμ (Joseph Weizenbaum) και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η αντιστοίχιση προτύπων και αντικατάστασης με σκοπό την προσομοίωση ομιλίας. Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούσε ήταν περνώντας τις λέξεις που έδιναν οι χρήστες σε έναν υπολογιστή και μετέπειτα αντιστοιχίζονταν με μία λίστα από πιθανές απαντήσεις. Ο σκοπός του ήταν να συμπεριφέρεται ως ψυχοθεραπευτής επιστρέφοντας τις εκφράσεις του χρήστη σε μορφή ερωτήσεων [25]. Παρότι η ικανότητα συνομιλίας του chatbot ELIZA με τον χρήστη δεν ήταν καλή, ήταν αρκετή για εκείνη την εποχή για να μπερδέψει τους ανθρώπους, οι οποίοι δεν είχαν συνηθίσει να

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

αλληλοεπιδρούν με τους υπολογιστές. Αυτή η πρώτη επαφή των ανθρώπων με την ELIZA έδωσε το έναυσμα για την ανάπτυξη και άλλων chatbots [26].

Το επόμενο chatbot που δημιουργήθηκε ήταν το Parry το 1972 από τον Αμερικανό ψυχίατρο Kenneth Colby και κατασκευάστηκε έτσι ώστε να συμπεριφέρεται σαν ένας ασθενής με σχιζοφρένεια [27]. Επίσης, ήταν το πρώτο chatbot στην ιστορία που πέρασε το τεστ Τούρινγκ (Turing test). Το chatbot Parry παρουσιάζει παρόμοια αρχιτεκτονική με το Eliza καθώς και αυτό βασίζεται σε κανόνες (rule-based), όμως θεωρείται πιο ανεπτυγμένο καθώς έχει «προσωπικότητα», καλύτερο έλεγχο δομής, ικανότητες γλωσσικής κατανόησης αλλά και ένα νοητικό μοντέλο που μπορεί να προσομοιώνει τα συναισθήματά του. Για παράδειγμα, το chatbot Parry θα αντιδράσει με εχθρικό τρόπο αν το επίπεδο θυμού είναι υψηλό [28].

```
ELIZA: Good Evening. Tell me your problems. Please terminate input with a period or
a question mark.

PARRY: People get on my nerves sometimes.

ELIZA: I am not sure I understand you fully.

PARRY: You should pay more attention.

ELIZA: Suppose you should pay more attention.

PARRY: You're entitled to your own opinion.

ELIZA: What makes you think I am entitled to my own opinion?

PARRY: It bothers me just to be around people in general.

ELIZA: Please go on.

PARRY: I went to the track at Bay Meadows a while back.

ELIZA: What does that suggest to you?

PARRY: I went to the races.

.....

ELIZA: What answer would please you most?

PARRY: It's not a matter of like or dislike.

ELIZA: What else would you like to discuss?

PARRY: I am getting tired of answering the same questions over and over.
```

Εικόνα 19: Συνομιλία μεταξύ ELIZA και PARRY - https://www.researchgate.net/figure/Conversation-between-ELIZA-PARRY-12_fig1_342282938

Το Jabberwacky δημιουργήθηκε για ψυχαγωγία από τον Rollo Carpenter και έγινε διαθέσιμο προς το κοινό το 1997. Σε αντίθεση με τα προηγούμενα chatbots, το Jabberwacky βασίζεται σε κανόνες (rule-based) και οι απαντήσεις που δίνει δεν είναι «hard-coded». Μαθαίνει μέσω συσχετίσεων, αποθηκεύοντας τις απαντήσεις των χρηστών σε μια βάση δεδομένων. Αρχικά, ξεκίνησε με 20.000 εγγραφές και μέχρι το 2003 είχε φτάσει τις ένα εκατομμύριο εγγραφές. Το Jabberwacky συνομιλεί χρησιμοποιώντας τις απαντήσεις που του δίνει ο κάθε χρήστης από προηγούμενες συνομιλίες. Ήταν η

πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε τεχνητή νοημοσύνη στο χώρο των chatbots με την μέθοδο αντιστοίχισης μοτίβων με βάση τα συμφραζόμενα (contextual pattern matching). Η τρέχουσα συνομιλία συγκρίνεται με τις προηγούμενες και οι απαντήσεις που θα δώσει επιλέγονται με βάση την ομοιότητά τους. Το Jabberwacky δεν μπορεί να συντάξει μια απάντηση, καθώς δεν έχει γνώση των γραμματικών κανόνων της γλώσσας και δεν κατανοεί την σημασία των λέξεων. Παρ' όλ' αυτά μπορεί να δώσει απαντήσεις σε πολλές γλώσσες επειδή το Jabberwacky έχει αποθηκεύσει συνομιλίες χρηστών από όλο τον κόσμο [29].

User:	Do you know who Alan Turing is?
Jabberwacky:	Isn't he the inventor of the Turing Test?
User:	Correct. Did you pass the test?
Jabberwacky:	Yes. I correctly identified you as a bot.
User:	Right. Do you gain intelligance by speaking to humans?
Jabberwacky:	Yes.
User:	Are you human?
Jabberwacky:	Human?
User:	Human.
Jabberwacky:	And so am I.
User:	So we're both humans?
Jabberwacky:	I am human, you are computer who talks to the website which is maintained by humans.
User:	Actually, I am human. You are a computer who talks to intelligent people like myself.
Jabberwacky:	I'm not a computer but I like men.
User:	So you are female?
Jabberwacky:	Yeah. I'm a female.
User:	Ah. So am I.
[Conversation continues....]	

Εικόνα 20: To chatbot Jabberwacky - <https://www.semanticscholar.org/paper/Intelligent-Conversational-Bot-for-Massive-Online-Lim-Goh/1b4a45c05620fa7ee4b8e8a9a2c4583f02a02a9c/figure/13>

Το chatbot Dr. Sbaitso (το όνομα είναι ακρωνύμιο των λέξεων Sound Blaster Acting Intelligent Text to Speech Operator) δημιουργήθηκε το 1992 από την Creative Labs για το MS-Dos. Είχε τον ρόλο ενός ψυχολόγου και σχεδιάστηκε για να εμφανίζει τις φωνές που παρήγαγαν οι κάρτες ήχου [30].

Ένα μεγάλο βήμα στην ανάπτυξη των chatbots ήταν η δημιουργία του chatbot ALICE (Artificial Linguistic Internet Computer Entity) το 1995 από τον Richard Wallace. Ήταν το πρώτο online chatbot εμπνευσμένο από το ELIZA και χρησιμοποιούσε την μέθοδο αντιστοίχισης μοτίβων (pattern matching) χωρίς όμως να έχει αντίληψη της συζήτησης που κάνει. Μια δυνατότητα που είχε ήταν η συζήτηση μέσα από το διαδίκτυο το οποίο το καθιστούσε ικανό για συζητήσεις οποιουδήποτε θέματος. Αργότερα, το ALICE αναπτύχθηκε με μια νέα γλώσσα, την AIML (Artificial Intelligence Markup Language) η οποία κατέστησε την μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ του chatbot ELIZA και ALICE. Μετά από αυτήν την αναβάθμιση το ALICE κέρδισε στα βραβεία Loebner τον τίτλο του καλύτερου προγράμματος υπολογιστή που μοιάζει με άνθρωπο. Η βάση γνώσης της ALICE αποτελείται από περίπου 41.000 templates σε σχέση με αυτή της ELIZA που είχε μόνο 200 λέξεις κλειδιά και κανόνες. Ωστόσο, το chatbot ALICE δεν είχε νοημοσύνη και έτσι δεν είχε την δυνατότητα να παράγει απαντήσεις όπως ένας άνθρωπος [30].



Chat Bot – ALICE (AI Foundation)

- *Human: hi my name is Carla*
ALICE: How are you doing, Carla.
Human: what is your name?
ALICE: My name is ALICE.
Human: what is your full name?
ALICE: ALICE = Artificial Linguistic Internet Computer Entity.
Human: when were you born?
ALICE: I was connected to the net on November 23, 1995.
- *Human: Have you passed the Loebner Prize?*
ALICE: The Loebner Prize is an annual Turing Test sponsored by New York philanthropist Hugh Loebner. Dr. Wallace and ALICE won it in 2000. The ALICE program was ranked "most human computer" by the panel of judges.
- *Human: who is Dr. Wallace?*
ALICE: He is a famous computer scientist, the author of ALICE, and a graduate of Carnegie Mellon.
- *Human: Where does Dr. Wallace work?*
ALICE: he works from his home in San Francisco.

Carla P. Gomes
INFO372

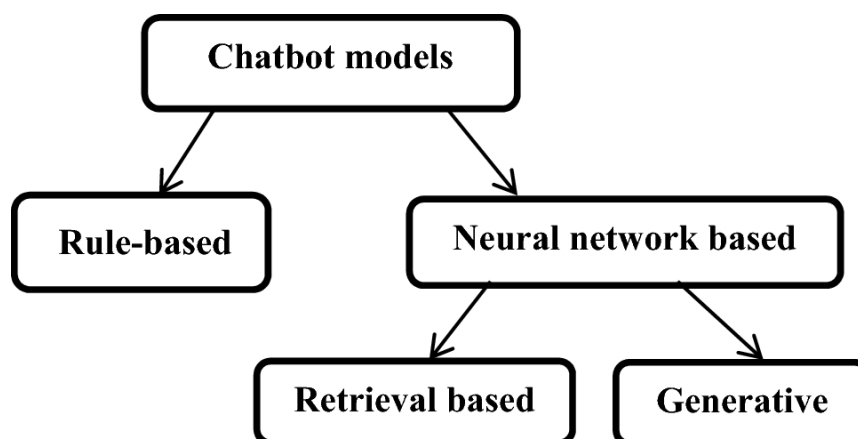
Εικόνα 21: Συνομιλία με το chatbot ALICE - https://www.researchgate.net/figure/A-sample-of-ALICE-chat-bot-conversation_fig1_337310136

Η επανάσταση στην τεχνολογία των chatbot ήρθε με την δημιουργία του SmarterChild το 2001. Ήταν το πρώτο chatbot το οποίο βοηθούσε τους ανθρώπους με απορίες που είχαν, καθώς μπορούσε να ανακτήσει πληροφορίες από βάσεις δεδομένων που αφορούσαν ώρες προβολής ταινιών, βαθμολογίες αγώνων, τιμές μετοχών, ειδήσεις και πληροφορίες για τον καιρό. Αυτή η λειτουργία σηματοδότησε μια σημαντική εξέλιξη στον χώρο της μηχανικής μάθησης και στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον υπολογιστή, καθώς πλέον η πρόσβαση σε πληροφορίες μπορούσε να γίνει μέσω συζητήσεων με ένα chatbot [30].

Με την πάροδο του χρόνου και την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης τα chatbots πήγαν στο επόμενο βήμα με την δημιουργία έξυπνων προσωπικών φωνητικών βοηθών [30]. Αυτοί οι βοηθοί είναι ενσωματωμένοι σε έξυπνα κινητά τηλέφωνα ή συσκευές ηχείων οι οποίοι δέχονται φωνητικές εντολές από τους χρήστες. Ο χρήστης έχει πολλές δυνατότητες, από απλές ερωτήσεις μέχρι την αναπαραγωγή μουσικής, κλήση τηλεφωνικών αριθμών, άνοιγμα και κλείσιμο φώτων και ολοκλήρωση εργασιών με διάφορες συνδεδεμένες υπηρεσίες και συσκευές. Κάποιους από τους πιο γνωστούς φωνητικούς βοηθούς είναι η Siri της Apple, η Cortana της Microsoft, η Alexa της Amazon και το Google's Assistant. Η διαφορά με τους προκάτοχούς τους είναι ότι είναι συνδεδεμένοι στο διαδίκτυο και οι απαντήσεις που δίνουν είναι ολοκληρωμένες με νόημα [31].

2.2.3 Τεχνικές σχεδιασμού των chatbots

Η βασική δουλειά ενός chatbot είναι η παραγωγή κατάλληλων απαντήσεων με βάση τις ερωτήσεις που δίνει ο χρήστης σε φυσική γλώσσα. Οι τρόποι με τους οποίους, ένα chatbot, μπορεί να παράξει τέτοιες απαντήσεις διαφέρουν αναλόγως το μοντέλο σχεδιασμού του.



Εικόνα 22: Κατηγορίες των chatbot - <https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-020-00255-3/figures/1>

Όπως φαίνεται από την Εικόνα 22 τα chatbots χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες. Η μια κατηγορία είναι τα rule-based (βασισμένα σε κανόνες) chatbots, τα οποία αντιστοιχίζουν την είσοδο του χρήστη με ένα πρότυπο κανόνα και δίνουν μια προκαθορισμένη απάντηση στον χρήστη [30]. Η άλλη είναι τα neural network based (βασισμένα σε νευρωνικό δίκτυο) chatbots, τα οποία δημιουργήθηκαν με την άνοδο της βαθιάς μάθησης (deep learning). Το νευρωνικό δίκτυο εκπαιδεύεται σε μεγάλα σύνολα δεδομένων (datasets), έτσι ώστε να μπορεί να παράγει απαντήσεις στον χρήστη, οι οποίες είναι σχετικές με το μήνυμα του χρήστη και γραμματικά σωστές. Η προσέγγιση με βάση το νευρωνικό δίκτυο μπορεί να χωριστεί σε δύο υποκατηγορίες, αυτήν που βασίζεται στην ανάκτηση (retrieval based) και αυτήν που βασίζεται στην δημιουργία (generative). Οι μέθοδοι που βασίζονται στην ανάκτηση παράγουν απαντήσεις υπολογίζοντας την πιο σχετική απάντηση χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους και συναρτήσεις. Από την άλλη, οι μέθοδοι που βασίζονται στην δημιουργία, παράγουν μια λέξη την φορά η οποία αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη είσοδο, αφού υπολογιστούν οι πιθανότητες σε όλο το λεξιλόγιο. Επίσης, έχει παρουσιαστεί και ο συνδυασμός των δύο αυτών κατηγοριών για την παραγωγή απαντήσεων στον χρήστη [32].

Με βάση την κατηγορία που ανήκει το chatbot μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάποιες τεχνικές για την ανάπτυξή του.

2.2.3.1 Τεχνικές σχεδιασμού για rule-based chatbots

Κάποιες από τις πιο βασικές τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

Pattern Matching. Η αντιστοίχιση μοτίβων είναι μια από τις βασικότερες τεχνικές που χρησιμοποιούνται στα chatbots. Βασίζεται σε προκαθορισμένους κανόνες και πρότυπα για την παραγωγή της απάντησης. Ο τρόπος λειτουργίας είναι, αρχικά, να εντοπίζει τις λέξεις κλειδιά στο

δοσμένο κείμενο ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά. Κάθε λέξη κλειδί έχει την δικιά του προτεραιότητα. Στην συνέχεια, το κείμενο αποσυντίθεται σε ένα προκαθορισμένο πρότυπο. Η ELIZA ήταν το πρώτο chatbot με αυτήν την τεχνική. Ένα παράδειγμα του ELIZA είναι η πρόταση «I am sad», όπου παίρνει την λέξη κλειδί «sad» και από αυτήν δημιουργεί την απάντηση «How long have you been 'sad'?» [32].

Parsing. Η συντακτική ανάλυση στην επιστήμη των υπολογιστών είναι η διαδικασία με την οποία αναλύεται μια συμβολοσειρά εισόδου με σκοπό την εμφάνιση της συντακτικής της δομής. Αρχικά, η συμβολοσειρά χωρίζεται στην φράση που περιέχει το ουσιαστικό και το ρήμα και μετέπειτα αναγνωρίζονται τα επίθετα, τα άρθρα και τα ουσιαστικά ώστε στο τέλος να σχηματιστεί το συντακτικό δέντρο. Στην αρχή της δημιουργίας τους, οι συντακτικοί αναλυτές χρησιμοποιούνταν για να αναγνωρίζουν τις λέξεις κλειδιά. Για παράδειγμα, η πρόταση «take the food» και «can you get the food» θα αναλύοντουσαν και οι δύο σε «take food». Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στα chatbots που χρησιμοποιούν περιορισμένους κανόνες και πρότυπα να παράξουν απαντήσεις για ποικίλες συμβολοσειρές εισόδου. Αργότερα, τα chatbots χρησιμοποίησαν ολοκληρωμένους συντακτικούς αναλυτές με τεχνικές όπως η επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Αυτού του είδους οι συντακτικοί αναλυτές αποτελούνται από τρία επίπεδα ανάλυσης, την συντακτική, την σημασιολογική και την πραγματιστική [32].

Markov Chain Models. Το μοντέλο αλυσίδας markov περιγράφει την πιθανότητα των παρόντων καταστάσεων με βάση την κατάσταση των προηγούμενων καταστάσεων. Δηλαδή, παίρνει υπόψη την πιθανότητα με την οποία ένα γράμμα ή μια λέξη εμφανίζεται μέσα στο σύνολο δεδομένων και έπειτα χρησιμοποιεί αυτή την κατανομή πιθανοτήτων για να επιλέξει τις πιο πιθανές λέξεις για απάντηση [32].

Semantic Nets (Ontologies). Οι οντολογίες είναι μια ιεραρχική δομή εννοιών του πραγματικού κόσμου. Οι έννοιες ονομάζονται και κλάσεις, οι οποίες είναι το επίκεντρο των οντολογιών. Ο συνδυασμός των εννοιών με την οντολογία αποτελεί τη βάση γνώσεων. Για παράδειγμα, υπάρχει η κλάση ψωμί και οι υποκλάσεις του που μπορεί να είναι το λευκό και το μαύρο ψωμί. Αυτές οι κλάσεις συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν ένα γράφημα ιεραρχίας. Επίσης, οι ιδιότητες μιας κλάσης ορίζονται ως «slots» (υποδοχές) και κάθε slot μπορεί να έχει διάφορα «facets» (όψεις). Τα facets περιγράφουν τις ιδιότητες ενός slot, για παράδειγμα τον τύπο της τιμής, το εύρος του slot κ.λπ. Κάποιες από τις οντολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί στα chatbots είναι η OpenCyc και η Wordnet [32].

Artificial Intelligence Markup Language (AIML). Το AIML είναι μια τεχνολογία που κατασκευάστηκε για την ανάπτυξη των chatbots και χρησιμοποιείται για την μοντελοποίηση διαλόγου μεταξύ του ανθρώπου και του chatbot. Η διαμόρφωση του AIML βασίζεται στην αναγνώριση προτύπων και στις τεχνικές αντιστοίχισης. Επίσης, είναι αρκετά εύκολη η υλοποίησή του καθώς συνδέεται στενά με την γλώσσα σήμανσης XML (Extensible Markup Language) [32].

Chatscript. Το chatscript είναι μια scripting γλώσσα που χρησιμοποιείται στα chatbots και δημιουργήθηκε από τον Bruce Wilcox το 2010. Είναι μια αυτοσχέδια έκδοση του AIML καθώς αντί να ψάχνει για αντιστοιχίσεις κατηγοριών ψάχνει για ένα σχετικό γενικό πλαίσιο. Το γενικό πλαίσιο ονομάζεται έννοια και οι κανόνες ορίζονται σε κάθε έννοια. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεταβλητές για να αποθηκευτούν τοπικές πληροφορίες για τον χρήστη, οι οποίες κάνουν την συνομιλία πιο φυσική και αποτελεσματική [32].

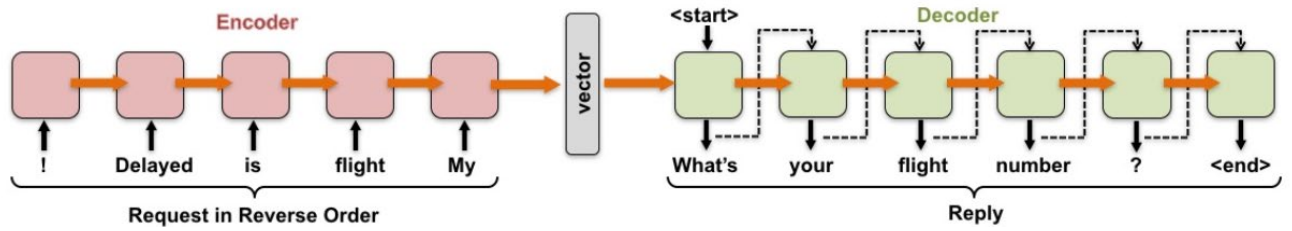
2.2.3.2 Τεχνικές σχεδιασμού για neural network based chatbots

Κάποιες από τις πιο βασικές τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

Recurrent Neural Network (RNN). Η ικανότητα ενός συστήματος να θυμάται τις προηγούμενες συνομιλίες για να παράξει μια απάντηση είναι πολύ πιο επιθυμητή από τις μονότονες απαντήσεις που δίνουν τα chatbots βασιζόμενα μόνο στην τρέχουσα είσοδο του χρήστη. Ένα επαναλαμβανόμενο νευρωνικό δίκτυο (RNN) επιτρέπει στο chatbot να παίρνει ως είσοδο την προηγούμενη έξοδο έτσι ώστε να παράξει μια πιο λογική απάντηση. Τα RNN μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα σε τεχνολογίες όπως στην μετάφραση κειμένων, στην μοντελοποίηση αναγνώρισης ομιλίας κ.α. [32]

Long Short Term Memory (LSTM). Ένα σημαντικό πρόβλημα των RNN μοντέλων είναι πως δεν μπορούν να θυμούνται τις εισόδους για μεγάλο πλήθος μηνυμάτων. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε με την ανάπτυξη των δικτύων μακράς ή βραχυπρόθεσμης μνήμης (LSTM) τα οποία είναι μια προέκταση των RNN μοντέλων καθώς μπορούν να θυμούνται μεγαλύτερες ακολουθίες δεδομένων [33]. Χρησιμοποιούν εξαρτήματα που ονομάζονται πύλες, οι οποίες αποφασίζουν ποιες πληροφορίες θα επιτρέψουν να περάσουν. Οι τρεις πύλες μαζί σχηματίζουν ένα κύτταρο μνήμης το οποίο χρησιμοποιείται για να θυμάται, για παράδειγμα, το φύλο του ανθρώπου καθώς συζητά, ώστε το chatbot να μπορεί να χρησιμοποιεί τη λέξη «του/της» ανάλογα με τις προηγούμενες εισόδους [32].

Sequence to Sequence (Seq2seq) Neural Model. Το νευρωνικό μοντέλο Seq2Seq αποτελείται από δυο RNN μοντέλα, τα οποία χρησιμοποιούνται στην είσοδο και στην έξοδο της ακολουθίας. Ο μηχανισμός που χρησιμοποιείται είναι αυτός του κωδικοποιητή (encoder) και του αποκωδικοποιητή (decoder). Αρχικά, ο κωδικοποιητής RNN επεξεργάζεται την ακολουθία εισόδου και παράγει στην έξοδό του ένα διάνυσμα. Έπειτα, ο αποκωδικοποιητής RNN θέτει την αρχική του κατάσταση με βάση το παραπάνω διάνυσμα και το αποτέλεσμα που παράγεται στην έξοδό του τροφοδοτείται σε μια ειδική συνάρτηση πιθανότητας [32].



Εικόνα 23: Το μοντέλο Seq2Seq αποτελούμενο από τα δυο RNN μοντέλα - <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3025453.3025496>

2.2.4 Κατηγορίες chatbot

Τα chatbots χωρίζονται κυρίως σε δυο κατηγορίες, στα task-oriented και στα open-domain. Τα task-oriented chatbots μπορεί να μην είναι καλά για συνομιλίες αλλά είναι πολύ καλά στην εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορους τομείς όπως για την κράτηση θέσεων σε ένα εστιατόριο, κράτηση αεροπορικών εισιτηρίων κ.α. Από την άλλη, τα open-domain chatbots χρησιμοποιούνται για συνομιλίες. Σκοπός τους είναι η παραγωγή ανθρώπινων απαντήσεων ώστε να κάνουν τον χρήστη να πιστεύει ότι συνομιλεί με άνθρωπο [32].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αρχιτεκτονική εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάστηκε η εφαρμογή. Η εφαρμογή αποτελείται από την εκπαίδευση ενός μοντέλου με σκοπό την ανάλυση συναισθήματος μέσω κειμένου. Επίσης, αποτελείται από ένα προ-εκπαιδευμένο μοντέλο συνομιλίας το οποίο χρησιμοποιείται για την δημιουργία του chatbot. Τέλος, έχει δημιουργηθεί μία ιστοσελίδα με σκοπό την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ του χρήστη και του chatbot. Η ανάπτυξη της εφαρμογής έγινε στο λογισμικό PyCharm ^[1], ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης για προγραμματισμό Python.

3.1 Ανάλυση συναισθήματος

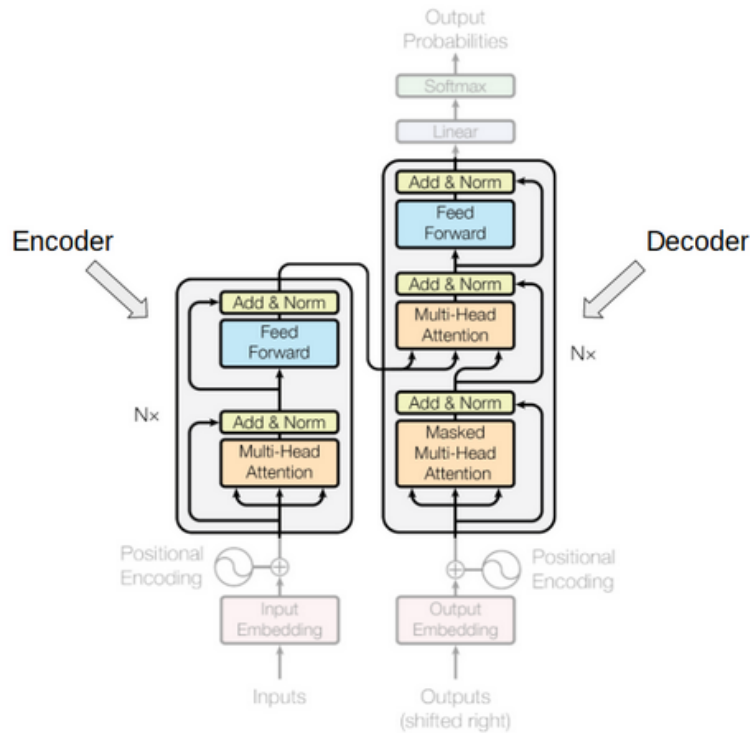
Η ανάλυση συναισθήματος (sentiment analysis) είναι μια τεχνική επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (natural language processing) που χρησιμοποιείται για να κατατάξει τα δεδομένα με βάση το συναίσθημα. Για αυτόν τον σκοπό έχει χρησιμοποιηθεί το μοντέλο γλωσσικής αναπαράστασης BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) και το σύνολο δεδομένων «Emotions dataset for NLP» για την εκπαίδευσή του.

3.1.1 BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)

Το BERT βασίζεται στην χρήση μετασχηματιστών (Transformers). Ο μετασχηματιστής (Transformer) είναι το πρώτο μοντέλο μετατροπής που βασίζεται εξ ολοκλήρου στην αυτοπροσοχή (self-attention) για τον υπολογισμό των αναπαραστάσεων της εισόδου και της εξόδου του χωρίς να χρησιμοποιεί επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα (RNNs) με ευθυγράμμιση ακολουθίας ή συνέλιξη [35].

Ένα Transformer αποτελείται από δύο διαφορετικούς μηχανισμούς. Τον κωδικοποιητή (encoder), ο οποίος διαβάζει το κείμενο εισόδου και τον αποκωδικοποιητή (decoder), ο οποίος παράγει μια πρόβλεψη για την συγκεκριμένη εργασία. Σε αντίθεση με τα κατευθυντήρια μοντέλα (directional models) τα οποία διαβάζουν το κείμενο εισόδου διαδοχικά (από τα αριστερά προς τα δεξιά ή από τα δεξιά προς τα αριστερά), ο κωδικοποιητής του Transformer διαβάζει ολόκληρη την ακολουθία των λέξεων ταυτόχρονα. Για αυτόν τον λόγο ο Transformer θεωρείται αμφίδρομος (bidirectional) [36].

¹ <https://www.jetbrains.com/pycharm/>



Εικόνα 24: Το μοντέλο αρχιτεκτονικής του Transformer - <https://www.kaggle.com/code/ratan123/in-depth-guide-to-google-s-bert>

Το BERT για την παραγωγή ενός μοντέλου γλωσσικής αναπαράστασης χρησιμοποιεί μόνο τον μηχανισμό του κωδικοποιητή. Το BERT έχει σχεδιαστεί για να προ-εκπαιδεύει (pretrain) βαθιές αμφίδρομες αναπαραστάσεις από μη επισημασμένο κείμενο, προετοιμάζοντας από κοινού τόσο το αριστερό όσο και το δεξί περιεχόμενο σε όλα τα επίπεδα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το προ-εκπαιδευμένο μοντέλο BERT να μπορεί να ρυθμιστεί με μόνο ένα επιπλέον επίπεδο εξόδου για τη δημιουργία μοντέλων τελευταίας τεχνολογίας [37]. Το BERT αποτελείται από δύο βασικές διεργασίες, την επεξεργασία κειμένου (text processing) και τις εργασίες προ-εκπαίδευσης.

Επεξεργασία κειμένου

Προηγουμένως αναφέρθηκε ότι το BERT βασίζεται στα Transformers και για την παραγωγή ενός μοντέλου γλωσσικής αναπαράστασης χρησιμοποιείται μόνο ο μηχανισμός του κωδικοποιητή. Η είσοδος στον κωδικοποιητή για το BERT είναι μια ακολουθία από σύμβολα (tokens), τα οποία αρχικά μετατρέπονται σε διανύσματα και έπειτα επεξεργάζονται στο νευρωνικό δίκτυο. Κάθε ενσωμάτωση (embedding) εισόδου είναι ένας συνδυασμός τριών ενσωματώσεις [40].

Input	[CLS]	my	dog	is	cute	[SEP]	he	likes	play	##ing	[SEP]
Token Embeddings	$E_{[CLS]}$	E_{my}	E_{dog}	E_{is}	E_{cute}	$E_{[SEP]}$	E_{he}	E_{likes}	E_{play}	$E_{##ing}$	$E_{[SEP]}$
Segment Embeddings	E_A	E_A	E_A	E_A	E_A	E_A	E_B	E_B	E_B	E_B	E_B
Position Embeddings	E_0	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}

Εικόνα 25: Αναπαράσταση της εισόδου BERT - <https://arxiv.org/abs/1810.04805>

- **Token embeddings:** Ένα token [CLS] προστίθεται στα tokens της πρότασης εισόδου στην αρχή της πρώτης πρότασης και ένα token [SEP] στο τέλος κάθε πρότασης.
- **Segment embeddings:** Ένας δείκτης προστίθεται σε κάθε token, υποδεικνύοντας την πρόταση Α ή την πρόταση Β. Αυτό επιτρέπει στον κωδικοποιητή την διάκριση μεταξύ των προτάσεων.
- **Positional embeddings:** Ένα embedding θέσης προστίθεται σε κάθε token για να υποδεικνύει την θέση του στην πρόταση.

Εργασίες προ-εκπαίδευσης

Η προ-εκπαίδευση του BERT γίνεται σε δύο διαφορετικές NLP εργασίες, με το γλωσσικό μοντέλο με συγκάλυψη (MLM - Masked Language Model) και με το NSP (Next Sentence Prediction).

- **MLM (Masked Language Model).** Ένα γλωσσικό μοντέλο έχει ως στόχο την πρόβλεψη της επόμενης λέξης δοθείσας μιας ακολουθίας λέξεων. Στο γλωσσικό μοντέλο με συγκάλυψη, αντί να προβλεφθεί κάθε επόμενο token, ένα ποσοστό από τα tokens εισόδου αποκρύπτονται (MASKED) τυχαία και μόνο αυτά τα masked tokens θα προβλεφθούν. Όμως, οι κρυμμένες προτάσεις δεν αντικαθίστανται πάντα με το συγκαλυμμένο token ([MASK]), γιατί διαφορετικά τα masked tokens δεν θα γίνονταν ποτέ αντιληπτά πριν από το fine-tuning. Γι αυτό, το 15% των tokens επιλέγονται τυχαία. Από αυτό το 15% επιλέγονται για συγκάλυψη το 80% των tokens που θα αντικατασταθούν με το συγκαλυμμένο token, το 10% των token αντικαθίστανται με ένα τυχαίο token και το 10% των token μένουν ως έχουν [40].
- **NSP (Next Sentence Prediction).** Το NSP είναι μια εργασία δυαδικής ταξινόμησης, στην οποία δεδομένου ενός ζεύγους προτάσεων, προβλέπει αν η δεύτερη πρόταση είναι η πραγματική επόμενη πρόταση της αρχικής πρότασης. Δηλαδή, προβλέπει πότε δύο προτάσεις έχουν συνοχή μεταξύ τους ή αν η σχέση τους είναι απλά τυχαία [40].

```
Input = [CLS] the man went to [MASK] store [SEP]
        he bought a gallon [MASK] milk [SEP]
Label = IsNext

Input = [CLS] the man [MASK] to the store [SEP]
        penguin [MASK] are flight ##less birds [SEP]
Label = NotNext
```

Εικόνα 26: Παράδειγμα NSP (Next Sentence Prediction) - <https://www.kaggle.com/code/harshjain123/bert-for-everyone-tutorial-implementation/notebook>

Για τον σκοπό της εργασίας έχει χρησιμοποιηθεί το μοντέλο distilbert-base-uncased^[2]. Το μοντέλο αυτό έχει δημιουργηθεί από την HuggingFace και είναι μια μικρότερη και γρηγορότερη έκδοση του βασικού μοντέλου BERT. Το «uncased» στο όνομα σημαίνει ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των πεζών και κεφαλαίων χαρακτήρων.

3.1.2 Σύνολο δεδομένων

Για την εκπαίδευση του μοντέλου έχει χρησιμοποιηθεί το σύνολο δεδομένων «Emotions dataset for NLP» της πλατφόρμας Kaggle^[3]. Το σύνολο δεδομένων αποτελείται από τρία αρχεία κειμένων (test.txt, train.txt και val.txt). Κάθε αρχείο αποτελείται από δύο στήλες, η πρώτη στήλη περιέχει

² <https://huggingface.co/distilbert-base-uncased>

³ <https://www.kaggle.com/datasets/praveengovi/emotions-dataset-for-nlp>

μια πρόταση και η δεύτερη το συναίσθημα αυτής της πρότασης. Ο συνολικός αριθμός εγγραφών και από τα τρία αρχεία είναι 20.000.

3.2 Chatbot

Για την δημιουργία του chatbot έχει χρησιμοποιηθεί το μοντέλο BlenderBot 2.0 και πιο συγκεκριμένα η έκδοση blenderbot-400M-distill^[4]. Η ομάδα έρευνας τεχνητής νοημοσύνης του Facebook (Facebook AI Research) έχει δημιουργήσει και έχει διαθέσει στο κοινό το BlenderBot 2.0, το πρώτο chatbot που μπορεί να δημιουργήσει μακροπρόθεσμη μνήμη, στην οποία έχει συνεχή πρόσβαση και ταυτόχρονα να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο για εύρεση πληροφοριών και δυνατότητα σύνθετων συζητήσεων για μεγάλο μέρος θεμάτων. Η ανάπτυξη του BlenderBot 2.0 είναι μια σημαντική αναβάθμιση του αρχικού BlenderBot, το οποίο έγινε διαθέσιμο στο κοινό το 2020 όντας το πρώτο που συνδύασε πολλαπλές δεξιότητες ομιλίας, όπως η προσωπικότητα, η εμπάθεια και οι γνώσεις σε ένα ενιαίο σύστημα [39]. Για την λειτουργία του μοντέλου στην εφαρμογή έχει χρησιμοποιηθεί το Inference API του HuggingFace, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να χρησιμοποιούν προ-εκπαιδευμένα μοντέλα και μοντέλα μηχανικής μάθησης μέσω API.

3.3 Ιστοσελίδα

Για την καλύτερη εμπειρία αλληλεπίδρασης του χρήστη με το chatbot έχει δημιουργηθεί μια διαδικτυακή εφαρμογή με την χρήση του Flask^[5]. Το Flask είναι ένα web framework γραμμένο σε Python και αναλαμβάνει το backend της εφαρμογής. Επίσης, για το frontend έχει χρησιμοποιηθεί HTML5, CSS για την δομή και την εμφάνιση της σελίδας και JavaScript για την λειτουργικότητά της και για την επικοινωνία με το backend.

⁴ <https://huggingface.co/facebook/blenderbot-400M-distill>

⁵ <https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μεθοδολογία εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο αναπτύχθηκε η εφαρμογή και οι βελτιώσεις που έγιναν κατά την υλοποίησή της.

Ο στόχος της εργασίας είναι η αναγνώριση συναισθήματος μέσω μηνυμάτων με την χρήση ενός chatbot. Σε αρχικό στάδιο, το chatbot που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ChatterBot^[6]. Το ChatterBot είναι μια βιβλιοθήκη της Python η οποία διευκολύνει την διαδικασία παραγωγής αυτοματοποιημένων απαντήσεων στα μηνύματα που γράφει ο χρήστης. Στην αρχή δημιουργίας του, το ChatterBot ξεκινά χωρίς να γνωρίζει πώς να επικοινωνεί. Κάθε φορά όπου ένας χρήστης γράφει ένα μήνυμα, η βιβλιοθήκη αποθηκεύει το κείμενο που εισάγει ο χρήστης και το κείμενο που πηγαίνει σαν απάντηση στον χρήστη. Όσο το ChatterBot λαμβάνει περισσότερα μηνύματα, αυξάνεται ο αριθμός των απαντήσεων που μπορεί να δώσει και η ακρίβεια των απαντήσεων που θα δώσει σε σχέση με το μήνυμα του χρήστη.

Το ChatterBot παρουσίαζε κάποια προβλήματα, όπως οι μη αληθοφανείς απαντήσεις στα περισσότερα μηνύματα του χρήστη και η διακοπή των ενημερώσεων της εφαρμογής, με αποτέλεσμα την παρουσία μεγάλου αριθμού προβλημάτων. Αυτοί οι λόγοι, προέτρεψαν στην εύρεση ενός καλύτερου chatbot. Η επόμενη επιλογή chatbot ήταν αυτή του BlenderBot. Αντλώντας τα μηνύματα που γράφει ο χρήστης, στο backend χρησιμοποιείται το Inference API του HuggingFace στέλνοντας ένα request με τα προηγούμενα μηνύματα του χρήστη, τις προηγούμενες απαντήσεις του chatbot και το τρέχων μήνυμα του χρήστη. Σαν response επιστρέφει πίσω το κείμενο που δημιουργήθηκε ως απάντηση προς τον χρήστη.

Για την αναγνώριση συναισθήματος είχε χρησιμοποιηθεί αρχικά το Python πακέτο text2emotion^[7]. Το πακέτο αυτό έχει την δυνατότητα επεξεργασίας οποιοδήποτε κειμένου με σκοπό την αναγνώριση του συναισθήματος που εμπεριέχεται σε αυτό. Είναι συμβατό με πέντε διαφορετικά συναισθήματα, τα οποία είναι χαρά, θυμός, λύπη, έκπληξη και φόβος. Αν και το συγκεκριμένο πακέτο καλύπτει τις ανάγκες της εφαρμογής, είναι μια γρήγορη και εύκολη λύση που δεν αρκεί. Επίσης, το συγκεκριμένο πακέτο έχει να αναβαθμιστεί από το 2020, κάνοντας το απαρχαιωμένο με κάθε ενδεχόμενο να προκύψουν προβλήματα κατά την χρήση του. Μια καλύτερη λύση ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της εργασίας. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιήθηκε το προ-εκπαιδευμένο μοντέλο distilbert-base-uncased. Η εκπαίδευση του προ-εκπαιδευμένου μοντέλου έγινε με την βοήθεια του Ktrain^[8], ένα lightweight wrapper για την βιβλιοθήκη βαθιάς μάθησης TensorFlow Keras (και άλλων βιβλιοθηκών) που βοηθάει στην κατασκευή, στην εκπαίδευση και στην ανάπτυξη νευρωνικών δικτύων και άλλων μοντέλων μηχανικής μάθησης. Ο συγκεκριμένος κώδικας είναι στην γλώσσα προγραμματισμού python και «τρέχει» μέσω του Google Colaboratory^[9]. Το Google Colaboratory είναι μια hosted Jupyter Notebook υπηρεσία που δεν απαιτεί καμία εγκατάσταση για να χρησιμοποιηθεί και παρέχει δωρεάν πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένων GPUs και TPUs. Η χρήση του Google Colaboratory είναι απαραίτητη για την εκπαίδευση μοντέλων βαθιάς μάθησης καθώς απαιτούν μεγάλη υπολογιστική δύναμη, η οποία δεν παρέχεται από τους περισσότερους οικιακούς υπολογιστές.

Με την ολοκλήρωση του μοντέλου αναγνώρισης συναισθήματος και του ChatterBot, ο χρήστης έστειλε μηνύματα μέσω της γραμμής εντολών. Ο κύριος λόγος ήταν για να εξεταστεί ότι λειτουργεί σωστά και χωρίς προβλήματα η εφαρμογή. Όμως, το πρόβλημα με την γραμμή εντολών είναι ο περιορισμός στον τρόπο αποστολής μηνυμάτων, ο οποίος είναι μόνο απλού κειμένου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι απαντήσεις που χρειάζεται να λαμβάνει ο χρήστης δεν περιορίζονται μόνο σε αυτές του απλού κειμένου, αλλά και σε αυτές που περιέχουν μηνύματα αναπαραγωγής ήχου αλλά και emoticons. Για τους παραπάνω λόγους και για την καλύτερη αλληλεπίδραση του χρήστη με την εφαρμογή δημιουργήθηκε μια διαδικτυακή εφαρμογή. Όταν ο χρήστης στέλνει ένα μήνυμα γίνεται μια

⁶ <https://chatterbot.readthedocs.io/en/stable/#>

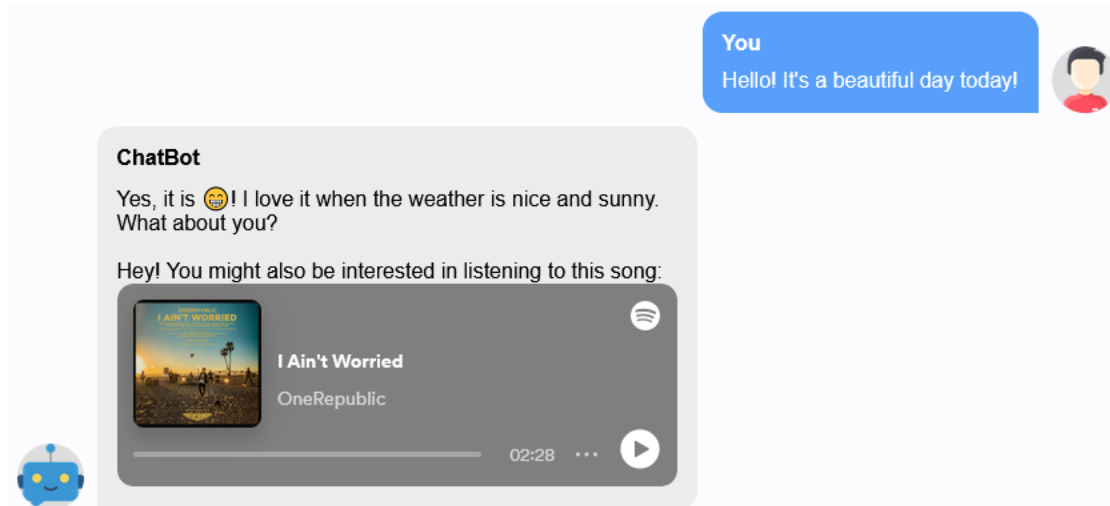
⁷ <https://pypi.org/project/text2emotion/>

⁸ <https://github.com/amaiya/ktrain#overview>

⁹ <https://colab.google/>

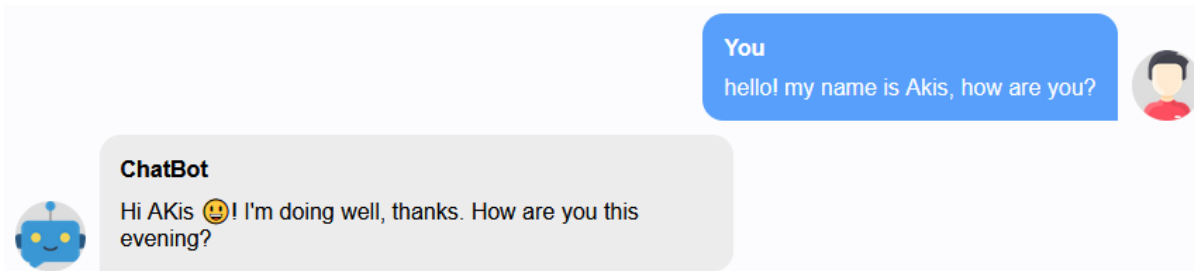
Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

σειρά από ενέργειες μέχρι να λάβει την τελική απάντηση από το chatbot. Αρχικά, το μήνυμα του χρήστη στέλνεται προς επεξεργασία στο BlenderBot μέσω του Inference API του HuggingFace και αυτό επιστρέφει το κείμενο που δημιουργήθηκε ως απάντηση προς τον χρήστη. Παράλληλα, με το μοντέλο αναγνώρισης συναισθήματος εξάγεται το συναίσθημα μέσα από το μήνυμα του χρήστη και αναλόγως τον τύπο του συναισθήματος επιλέγεται ένα μουσικό τραγούδι για να προταθεί στον χρήστη. Το τελικό στάδιο είναι η αποστολή της απάντησης στον χρήστη, το οποίο περιέχει το κείμενο που δημιουργήθηκε από το BlenderBot και την πρόταση του μουσικού τραγουδιού. Πρέπει να αναφερθεί πως η πρόταση ενός μουσικού τραγουδιού αναλόγως του συναισθήματος δεν γίνεται σε κάθε απάντηση του chatbot αλλά τυχαία. Επίσης, η επιλογή τραγουδιού γίνεται τυχαία μέσα από μια λίστα που περιέχει τέσσερα τραγούδια για κάθε συναίσθημα.



Εικόνα 27: Απάντηση chatbot με πρόταση μουσικού τραγουδιού

Κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής έγιναν κάποιες βελτιώσεις. Η μια από αυτές ήταν οι παραμετροποιήσεις στον κώδικα του μοντέλου αναγνώρισης συναισθήματος με σκοπό την καλύτερη εκπαίδευσή του και με επακόλουθο την καλύτερη πρόβλεψη συναισθήματος ενός μηνύματος. Επίσης, άλλη μια βελτίωση ήταν η προσθήκη emoticons στις απαντήσεις του chatbot αναλόγως το συναίσθημα που εξάγεται από τα μηνύματα του χρήστη. Έτσι, κάθε φορά που ο χρήστης στέλνει ένα μήνυμα, εμφανίζεται στην απάντηση του chatbot ένα emoticon που αντιστοιχεί στο συναίσθημα του τελευταίου μηνύματος που έστειλε ο χρήστης. Η επιλογή emoticon γίνεται τυχαία μέσα από μια λίστα που περιέχει διαφορετικά emoticons για κάθε συναίσθημα.



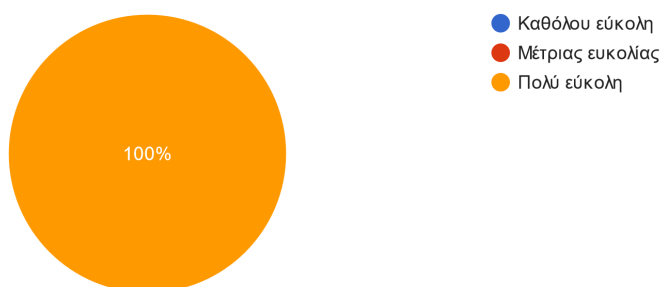
Εικόνα 28: Απάντηση chatbot με emoticon στο μήνυμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Αξιολόγηση εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η λίστα ερωτήσεων που έχει δημιουργηθεί για την αξιολόγηση της συνολικής εικόνας της εφαρμογής. Επίσης, γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων με βάση τις απαντήσεις που έχουν δοθεί από ένα πλήθος ατόμων.

Το επιθυμητό αποτέλεσμα στην κατασκευή ενός chatbot είναι το πόσο αληθοφανείς απαντήσεις θα δίνει και πόσο παρόμοιες θα είναι με αυτές ενός ανθρώπου. Έτσι, δημιουργήθηκε μια φόρμα ερωτήσεων αποτελούμενη από 6 ερωτήσεις με σκοπό το πόσο αποτελεσματικά λειτουργεί η εφαρμογή. Η φόρμα δημιουργήθηκε με το εργαλείο Google Forms ^[10] της Google και παρακάτω γίνεται ανάλυση των αποτελεσμάτων για κάθε ερώτηση.

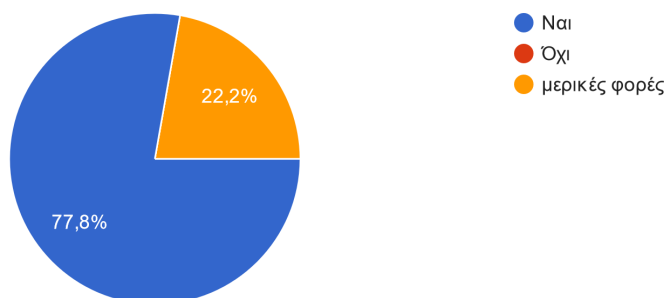
1. Πόσο εύκολη ήταν η χρήση της διαδικτυακής εφαρμογής
9 απαντήσεις



Εικόνα 29: 1^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.

Στην Εικόνα 29, παρατηρείται πως για την ερώτηση «Πόσο εύκολη ήταν η χρήση της διαδικτυακής εφαρμογής» όλοι απάντησαν «Πολύ εύκολη». Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο καθώς το διαδικτυακό περιβάλλον χρήστη είναι αρκετά απλό στην χρήση του. Επίσης, ένας ακόμη παράγοντας είναι η εξοικείωση που έχει ο περισσότερος κόσμος με άλλες αντίστοιχες εφαρμογές επικοινωνίας.

2. Οι απαντήσεις που σας δινόντουσαν ήταν κατανοητές;
9 απαντήσεις

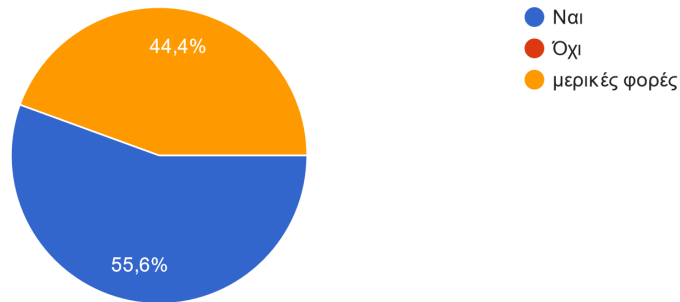


Εικόνα 30: 2^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.

Στην Εικόνα 30, για την ερώτηση «Οι απαντήσεις που σας δινόντουσαν ήταν κατανοητές;» 7 απάντησαν «Ναι» ενώ 2 «Μερικές φορές». Αυτό σημαίνει ότι κατά την συνομιλία με το chatbot, αυτό μπορεί να στείλει μηνύματα στα οποία δεν υπάρχει συνοχή μεταξύ των λέξεων.

¹⁰ <https://www.google.com/forms/about/>

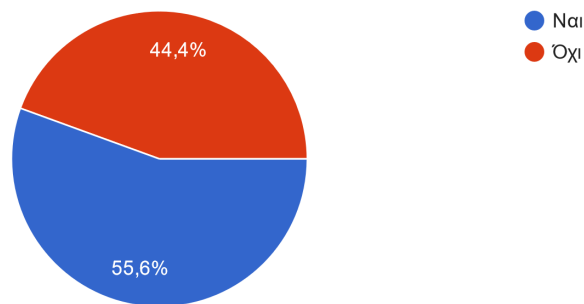
3. Οι απαντήσεις που σας δινόντουσαν ανταποκρινόντουσαν στα μηνύματά σας;
9 απαντήσεις



Εικόνα 31: 3^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.

Στην Εικόνα 31, για την ερώτηση «Οι απαντήσεις που σας δινόντουσαν ανταποκρινόντουσαν στα μηνύματά σας;» 5 απάντησαν «Ναι» ενώ 4 «Μερικές φορές». Αυτό φανερώνει πως υπάρχουν φορές όπου οι απαντήσεις του chatbot δεν συνάδουν με τα μηνύματα που στέλνει ο χρήστης.

4. Καταλάβατε ότι η συνομιλία γινόταν μεταξύ ενός ρομπότ;
9 απαντήσεις

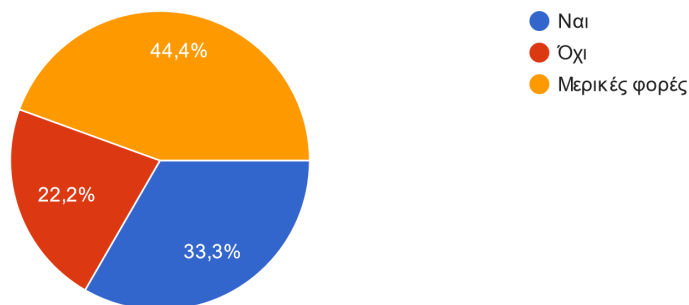


Εικόνα 32: 4^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.

Στην Εικόνα 32, για την ερώτηση «Καταλάβατε ότι η συνομιλία γινόταν μεταξύ ενός ρομπότ;» 5 απάντησαν «Ναι» ενώ 4 «Όχι». Το γεγονός ότι πάνω από τους μισούς κατάλαβαν ότι συνομιλούν με ρομπότ ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι αντιμετώπισαν κάποια περίεργη συμπεριφορά από το chatbot, όπως αυτές των υπόλοιπων ερωτήσεων της φόρμας.

5. Υπήρχε συσχέτιση μεταξύ των μουσικών τραγουδιών στα μηνύματα του chatbot και των μηνυμάτων σας;

9 απαντήσεις

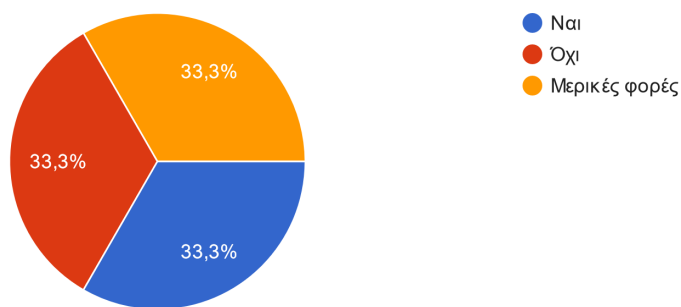


Εικόνα 33: 5^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.

Στην Εικόνα 33, για την ερώτηση «Υπήρχε συσχέτιση μεταξύ των μουσικών τραγουδιών στα μηνύματα του chatbot και των μηνυμάτων σας;» 3 απάντησαν «Ναι», 2 «Όχι» και 4 «Μερικές φορές». Σε Αυτή την ερώτηση παρατηρείται μια μεγαλύτερη κατανομή των απαντήσεων. Αυτό έχει να κάνει με το γεγονός ότι η ανάλυση συναισθήματος που γίνεται στα μηνύματα του χρήστη με σκοπό να προτείνει κάποιο μουσικό τραγούδι δεν είναι πάντα ακριβής, παρόλο που έχει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ακριβείας. Έτσι, αρκετοί χρήστες θα δουν προτάσεις μουσικών τραγουδιών που δεν ταιριάζουν με τα μηνύματα που έχουν στείλει.

6. Υπήρχε συσχέτιση μεταξύ των emoticons στα μηνύματα του chatbot και των μηνυμάτων σας;

9 απαντήσεις



Εικόνα 34: 6^η ερώτηση από την φόρμα αξιολόγησης της εφαρμογής.

Στην Εικόνα 34, για την ερώτηση «Υπήρχε συσχέτιση μεταξύ των emoticons στα μηνύματα του chatbot και των μηνυμάτων σας;» 3 απάντησαν «Ναι», 3 «Όχι» και 3 «Μερικές φορές». Τα αποτελέσματα αυτής της ερώτησης παρουσιάζουν παρόμοια κατανομή με αυτά της προηγούμενης για τους ίδιους λόγους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο, με την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εφαρμογής και γίνεται αναφορά σε μελλοντικές επεκτάσεις που μπορούν να γίνουν με στόχο την καλύτερη εμπειρία του χρήστη.

Η αναγκαιότητα ανάπτυξης και χρήσης των chatbot είναι μεγάλη καθώς αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τις εταιρίες και κυρίως για τους ανθρώπους. Με αυτό οι εταιρίες αυξάνουν την παραγωγικότητά τους απλοποιώντας εργασίες και αντικαθιστώντας από ορισμένες θέσεις το προσωπικό με chatbots. Έτσι, το προσωπικό τοποθετείτε σε σημαντικότερα πόστα αυξάνοντας την συνολική παραγωγικότητα της εταιρείας. Επίσης, τα chatbots βοηθούν τους ανθρώπους στην καθημερινότητά τους μέσω της εξυπηρέτησης πελατών σε εταιρείες, λύση καθημερινών αποριών που μπορεί να προκύψουν, μέχρι την ψυχολογική υποστήριξη ενός ατόμου. Μέσα από συνομιλίες που μπορούν να γίνουν μεταξύ ενός chatbot και ενός ανθρώπου, το chatbot μπορεί να εντοπίσει την συναισθηματική κατάσταση του ατόμου και να απαντάει αναλόγως.

Καθόλη την διάρκεια ανάπτυξης του chatbot παρουσιάστηκαν ορισμένες δυσκολίες όπως η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας chatbot. Το chatbot που θα χρησιμοποιούταν θα έπρεπε να είχε την δυνατότητα να απαντάει όσο πιο ρεαλιστικά γινόταν. Η πρώτη επιλογή που έγινε, αυτή του ChatterBot, δεν ήταν επαρκής καθώς έδινε μη πειστικές απαντήσεις λόγω της παλαιάς τεχνολογίας που χρησιμοποιούνταν. Εν τέλει χρησιμοποιήθηκε το blenderbot, το οποίο έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο για εύρεση πληροφοριών και δυνατότητα σύνθετων συζητήσεων σε μεγάλο εύρος θεμάτων. Ένα ακόμη ζήτημα που είχε προκύψει ήταν ο τρόπος με τον οποίο θα γινόταν η αναγνώριση του συναισθήματος από τα μηνύματα του χρήστη. Η αρχική ιδέα ήταν να χρησιμοποιηθεί το Python πακέτο text2emotion. Επειδή το συγκεκριμένο πακέτο είχε λάβει τελευταία ενημέρωση το 2020 και η χρήση μιας βιβλιοθήκης για την αναγνώριση συναισθήματος ήταν αρκετά απλή για την εργασία, εν τέλει δεν χρησιμοποιήθηκε το text2emotion. Η καλύτερη λύση ήταν η εκπαίδευση ενός μοντέλου. Έτσι, με την χρήση του distilbert-base-uncased και το σύνολο δεδομένων «Emotions dataset for NLP» έγινε η εκπαίδευση του μοντέλου. Μέσα από διάφορες παραμετροποιήσεις και δοκιμές που έγιναν κατά την εκπαίδευσή του, με σκοπό να είναι όσο πιο ακριβές γίνεται, χρησιμοποιήθηκε για την αναγνώριση συναισθήματος των μηνυμάτων του χρήστη.

Με την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του chatbot συμπεραίνουμε πως η δημιουργία ενός πλήρως λειτουργικού chatbot είναι εφικτή χρησιμοποιώντας εργαλεία που είναι ελεύθερα και προσβάσιμα για τον καθένα. Παρ' όλα αυτά, για την συγκεκριμένη εφαρμογή, μπορούν να γίνουν κάποιες επεκτάσεις για να αναβαθμίσουν την εμπειρία του χρήστη. Μία από αυτές είναι η χρήση του blenderbot να γίνεται τοπικά στον υπολογιστή χωρίς την χρήση του Inference API. Με αυτόν τον τρόπο τα μηνύματα του chatbot θα στέλνονται γρηγορότερα στον χρήστη σε αντίθεση με την καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων που υπάρχει τώρα. Επίσης, μπορεί να επεκταθεί ο μηχανισμός πρότασης μουσικών τραγουδιών σε ολόκληρες προσωποποιημένες λίστες με βάση τον χαρακτήρα του χρήστη. Έτσι, μετά από ένα πλήθος ανταλλαγής μηνυμάτων που μπορεί να γίνει μεταξύ του chatbot και του χρήστη, το chatbot θα μπορεί να στέλνει σε μορφή μηνυμάτων τις προσωποποιημένες λίστες. Επιπροσθέτως, το chatbot μπορεί να προτείνει και ταινίες με βάση το συναίσθημα του χρήστη. Ακόμη, μια επέκταση που μπορεί να γίνει είναι η προσθήκη μετάφρασης μηνυμάτων με σκοπό ο χρήστης να γράφει μηνύματα σε όποια γλώσσα το επιθυμεί. Έπειτα το chatbot θα μεταφράζει το μήνυμα του χρήστη, θα το αναλύει και αφού παράξει την απάντηση θα την στέλνει πίσω στον χρήστη μεταφρασμένη στην επιθυμητή γλώσσα. Αυτό μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας το μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης No Language Left Behind (NLLB) ^[11] της Meta AI.

¹¹ <https://ai.meta.com/research/no-language-left-behind/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Στο παράρτημα αυτό παρατίθεται ο κώδικας ανάπτυξης της παρούσας εφαρμογής.

Κώδικας «text_classification.ipynb»

```
# download ktrain
!pip install ktrain

#import ktrain and the ktrain.text modules
import ktrain
from ktrain import text

# Mounting Google Drive
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

# read the dataset
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split

train_dataset = pd.read_csv("/content/drive/MyDrive/Colab
Notebooks/dataset/test.csv")
test_dataset = pd.read_csv("/content/drive/MyDrive/Colab
Notebooks/dataset/train.csv")
valid_dataset = pd.read_csv("/content/drive/MyDrive/Colab
Notebooks/dataset/val.csv")

list_dataset = [train_dataset, test_dataset, valid_dataset]

dataset = pd.concat(list_dataset)

Xfeatures = dataset['Text']
ylabels = dataset['Emotion']

# Split Data
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(Xfeatures, ylabels,
test_size=0.1, random_state=41)
x_train, x_val, y_train, y_val = train_test_split(x_train, y_train,
test_size=0.15, random_state=41)

# convert pandas series to list
x_train = x_train.tolist()
x_test = x_test.tolist()
x_val = x_val.tolist()

y_train = y_train.tolist()
y_test = y_test.tolist()
y_val = y_val.tolist()
```

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

```
# Create a Transformer instance
MODEL_NAME = 'distilbert-base-uncased'
MAX_LEN = 256 # maximum sequence length. The longest sequence in our
training set is 47.
class_names = ['anger', 'fear', 'joy', 'love', 'sadness', 'surprise']
t = text.Transformer(MODEL_NAME, MAX_LEN, class_names=class_names)

# Preprocess the Datasets
trn = t.preprocess_train(x_train, y_train)
tst = t.preprocess_test(x_test, y_test)
val = t.preprocess_train(x_val, y_val)

# Create a Model and Wrap in Learner
model = t.get_classifier()
learner = ktrain.get_learner(model, train_data=trn, val_data=val,
batch_size=25)

# Estimate a Good Learning Rate
learner.lr_find(show_plot=True, max_epochs=2)

# Plot the loss vs. learning rate to help identify The maximal learning
rate associated with a falling loss.
learner.lr_plot(suggest=True)

# Train Model
learner.fit_onecycle(5e-5, 6)

# Evaluate/Inspect Model
learner.validate(class_names=class_names)

# the one we got most wrong
learner.view_top_losses(n=1, preproc=t)

# Calculate the success rate of test dataset using the accuracy_score
predictor = ktrain.get_predictor(learner.model, preproc=t)
test_y_predictions = predictor.predict(x_test)

from sklearn.metrics import accuracy_score
score = accuracy_score(y_test, test_y_predictions)
print(score)

# Make Predictions on New Data
predictor = ktrain.get_predictor(learner.model, preproc=t)
predictor.predict("I can't imagine how hard it must be for you.")

# save Predictor (i.e., model and Preprocessor instance) after partially
training
predictor.save("/content/saved_model")
```

Κώδικας «Blenderbot.py»

```
import requests
import time

class BlenderBot:
    def __init__(self):
        self.API_URL = "https://api-
inference.huggingface.co/models/facebook/blenderbot-400M-distill"
        self.headers = {"Authorization": "Bearer
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx"}

    # create the payload
    def get_payload(self, past_user_inputs, bot_response, text):
        payload = {
            "inputs": {
                "past_user_inputs": past_user_inputs,
                "generated_responses": bot_response,
                "text": text
            },
        }
        return payload

    def query(self, payload):
        response = requests.post(self.API_URL, headers=self.headers,
json=payload)

        if response.status_code == 503: # This means we need to wait for
the model to load
            estimated_time = response.json()['estimated_time']
            time.sleep(estimated_time)
            print(f"Sleeping for model to load: {estimated_time}")
            response = requests.post(self.API_URL, headers=self.headers,
data=payload)

        return response.json()
```

Κώδικας «emotion_detection.py»

```
import numpy as np
import ktrain
from app.suggestion import Suggestion

class Emotion:
    def __init__(self):
        self.predictor = None

    def load_model(self):
```


Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

```
# Load predictor
self.predictor = ktrain.load_predictor('../saved_model_v5')

def prediction(self, text):
    return self.predictor.predict(text)

if __name__ == '__main__':
    emotion = Emotion()

    emotion.load_model()

    inputArray = []

    while True:
        query = input("> ")

        currentEmotion = emotion.prediction(query)

        inputArray.append(currentEmotion)

        # emotion capture of 3 last inputs
        if len(inputArray) == 1:
            unique, counts = np.unique(inputArray, return_counts=True)

            # create a dict with the emotions and their occurrences
            emotion_dict = dict(zip(unique, counts))
            print(emotion_dict)

            # get the dominant emotion
            dominantEmotion = max(emotion_dict, key=emotion_dict.get)
            print(f"dominant emotion: {dominantEmotion}")

            # find and suggest music based on the dominant emotion
            suggest = Suggestion()

            result = suggest.search(dominantEmotion)

            print(f"looks like your emotion is: {dominantEmotion}\nI can
suggest you this song: {result}")

            inputArray.clear()

        if query in 'q':
            break
```

Κώδικας «suggestion.py»

```
import pandas as pd
import random
```

```
class Suggestion:
    def __init__(self):
        dataset = pd.read_csv("../datasets/suggestions.csv")

        self.dataset_dict = dict(zip(dataset["Text"], dataset["Emotion"]))

    def search(self, value):
        res = [k for k, v in self.dataset_dict.items() if v == value]
        return random.choice(res)

if __name__ == '__main__':
    sug = Suggestion()

    result = sug.search("sadness")

    print(result)
```

Κώδικας «main.py»

```
import numpy as np
from random import randint, choice
from app.suggestion import Suggestion
from emotion_detection import Emotion
from Blenderbot import BlenderBot
from re import search, split
# flask imports
from flask import Flask, render_template, request

def add_emoji_to_text(text, current_emotion):
    # create a dict of emojis based on the emotions (anger and sadness
    have the same emojis)
    emoji_dict = {
        "anger": ["\U0001F615", "\U0001F641"], # 😡, 😠
        "sadness": ["\U0001F615", "\U0001F641"], # 😡, 😠
        "joy": ["\U0001F603", "\U0001F601", "\U0001F642"], # 😄, 😂,
        "love": ["\U0001F60D", "\U0001F970"], # 😍, 🥰
        "surprise": ["\U0001F973"], # 🤩
        "fear": ["\U0001F62C"], # 😱
    }

    # find the '?', '.' or '!' character in the given text
    character = search("[?|.|!]", text)

    # split the string
```

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

```
output = split('[?|.|!]', text, 1)

if character is not None:
    new_text = output[0] + f"
{choice(emoji_dict[current_emotion])}{character[0]}" + ''.join(map(str,
output[1:]))
else:
    new_text = output[0] + f"{choice(emoji_dict[current_emotion])}" +
''.join(map(str, output[1:]))

return new_text

# initialization of variables
emotion = Emotion()

emotion.load_model()

suggest = Suggestion()

bot = BlenderBot()

inputArray = []

past_user_inputs = []

bot_response = []

app = Flask(__name__)

@app.route("/")
def home():
    return render_template("index.html")

@app.route("/get")
def get_bot_response():
    user_text = request.args.get('msg')
    past_bot_text = request.args.get('botMsg')
    past_user_text = request.args.get('userMsg')

    # find the emotion
    current_emotion = emotion.prediction(user_text)

    # initiate the variable which suggest a song
    reply = None

    # find and suggest music based on the emotion
    if randint(0, 1) == 1:
        result = suggest.search(current_emotion)
```

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

```
        reply = f"Hey! You might also be interested in listening to this
song:<br>{result}"

# save past user input and bot response
global past_user_inputs
global bot_response

if past_user_text is not None:
    past_user_inputs.append(past_user_text)
    bot_response.append(past_bot_text)

paylaod = bot.get_payolaod(past_user_inputs, bot_response, user_text)

# sent the query
query = bot.query(paylaod)

# add emoji in text
final_query = add_emoji_to_text(query['generated_text'],
current_emotion)

if reply is None:
    return final_query
else:
    return f"{final_query}<br><br>{reply}"

if __name__ == '__main__':
    app.run()
```

Κώδικας «index.html»

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <title>Chatbot</title>
    <meta charset="UTF-8" />
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0"
  />
  <link rel="stylesheet" href="{{ url_for('static',
filename='styles/style.css') }}" />
  <script
src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.6.1/jquery.min.js"></s
cript>
  </head>
  <body>
    <div class="msg-area">
      <!-- header -->
      <header class="msg-area-header">
        <div class="msg-area-header-title">
```

```
        <i>ChatBot</i>
    </div>
</header>

<!-- main -->
<main class="msg-chat">
    <div class="msg left-msg">
        <div
            class="msg-img"
            style="background-image: url(https://cdn-icons-
png.flaticon.com/512/4712/4712106.png)"
        ></div>
        <div class="msg-bubble">
            <div class="msg-info">
                <div class="msg-info-name">Chatbot</div>
            </div>
            <div class="msg-text">Hi! I'm Bob.</div>
        </div>
    </div>
</main>

<!-- input area -->
<div class="inputs">
    <input id="textInput" type="text" placeholder="Enter your
message..." />
    <button id="submitBtn" type="submit">Send</button>
</div>
</div>
</body>
<script type="text/javascript" src="{{url_for('static',
filename='scripts/script.js')}}"></script>
</html>
```

Κώδικας «style.css»

```
:root {
    --body-bg: linear-gradient(135deg, #f5f7fa 0%, #c3cfe2 100%);
    --msger-bg: #fff;
    --border: 2px solid #ddd;
    --left-msg-bg: #ececfc;
    --right-msg-bg: #579ffb;
}

html {
    box-sizing: border-box;
}

*,
*:before,
*:after {
    margin: 0;
```

```
padding: 0;
box-sizing: inherit;
}

body {
display: flex;
justify-content: center;
align-items: center;
height: 100vh;
background-image: var(--body-bg);
font-family: Helvetica, sans-serif;
}

.msg-area {
display: flex;
flex-flow: column wrap;
justify-content: space-between;
width: 100%;
max-width: 867px;
margin: 25px 10px;
height: calc(100% - 50px);
border: var(--border);
border-radius: 5px;
background: var(--msgger-bg);
box-shadow: 0 15px 15px -5px rgba(0, 0, 0, 0.2);
}

.msg-area-header {
font-size: medium;
justify-content: space-between;
padding: 10px;
text-align: center;
border-bottom: var(--border);
background: #eee;
color: #666;
}

.msg-chat {
flex: 1;
overflow-y: auto;
padding: 10px;
}

.msg-chat::-webkit-scrollbar {
width: 6px;
}

.msg-chat::-webkit-scrollbar-track {
background: #ddd;
}

.msg-chat::-webkit-scrollbar-thumb {
background: #bdbdbd;
}
```

```
.msg {
  display: flex;
  align-items: flex-end;
  margin-bottom: 10px;
}

.msg-img {
  width: 50px;
  height: 50px;
  margin-right: 10px;
  background: #ddd;
  background-repeat: no-repeat;
  background-position: center;
  background-size: cover;
  border-radius: 50%;
}

.msg-bubble {
  max-width: 450px;
  padding: 15px;
  border-radius: 15px;
  background: var(--left-msg-bg);
}

.msg-info {
  display: flex;
  justify-content: space-between;
  align-items: center;
  margin-bottom: 10px;
}

.msg-info-name {
  margin-right: 10px;
  font-weight: bold;
}

.left-msg .msg-bubble {
  border-bottom-left-radius: 0;
}

.right-msg {
  flex-direction: row-reverse;
}

.right-msg .msg-bubble {
  background: var(--right-msg-bg);
  color: #fff;
  border-bottom-right-radius: 0;
}

.right-msg .msg-img {
  margin: 0 0 0 10px;
}

.inputs {
  display: flex;
}
```

```
padding: 10px;
border-top: var(--border);
background: #eee;
}
.inputs * {
padding: 10px;
border: none;
border-radius: 3px;
font-size: 1em;
}
#textInput {
flex: 1;
background: #ddd;
}
#submitBtn {
margin-left: 10px;
background: #579ffb;
color: #fff;
font-weight: bold;
cursor: pointer;
transition: background 0.23s;
}

#submitBtn:hover {
background: rgb(0, 180, 50);
}

.msg-chat {
background-color: #fcfcfe;
}
```

Κώδικας «script.js»

```
const userInput = document.getElementById("textInput");
const submitBtn = document.getElementById("submitBtn");
const msgChat = document.querySelector(".msg-chat");

const USER = "You";
const BOT = "ChatBot";
const USER_IMG = "https://cdn-icons-
png.flaticon.com/512/2922/2922510.png";
const BOT_IMG = "https://cdn-icons-png.flaticon.com/512/4712/4712106.png";

// if user press Enter instead of the button
userInput.addEventListener("keypress", (ev) => {
  if (ev.key === "Enter") {
    ev.preventDefault();
    submitBtn.click();
  }
});
```


Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

```
submitBtn.addEventListener("click", (ev) => {
  ev.preventDefault();

  const msgText = userInput.value;
  if (!msgText) return;

  // get all the messages of the bot
  let bot_messages = document.querySelectorAll("body > div > main >
  div.msg.left-msg > div.msg-bubble > div.msg-text");

  // get the last message of the bot
  let last_bot_message = bot_messages[bot_messages.length -
  1].textContent;

  // get all the messages of the user
  let user_messages = document.querySelectorAll("body > div > main >
  div.msg.right-msg > div.msg-bubble > div.msg-text");

  // get the last message of the user
  let last_user_message = user_messages[user_messages.length - 1];

  if (typeof last_user_message === 'object' && last_user_message !== null)
    last_user_message = last_user_message.textContent

  appendMessage(USER, msgText, "right", USER_IMG);
  userInput.value = "";

  botResponse(msgText, last_bot_message, last_user_message);
});

function appendMessage(name, data, side, img) {
  const msgHTML = `
  <div class="msg ${side}-msg">
    <div class="msg-img" style="background-image: url(${img})"></div>
    <div class="msg-bubble">
      <div class="msg-info">
        <div class="msg-info-name">${name}</div>
      </div>
      <div class="msg-text">${data}</div>
    </div>
  </div>
  `;

  msgChat.insertAdjacentHTML("beforeend", msgHTML);
  msgChat.scrollTop += 500;
}

function botResponse(text, last_bot_message, last_user_message) {
```

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

```
$.get("/get", { msg: text, botMsg: last_bot_message, userMsg:  
last_user_message }).done((data) => {  
    appendMessage(BOT, data, "left", BOT_IMG);  
});  
}
```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Georgouli, A. (2015). Τεχνητή νοημοσύνη [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. pp. 12-17, 127-129, 155-177, 200-201, 209-208. [Online] Διαθέσιμο: <https://hdl.handle.net/11419/3381>
- [2] Δήμητρα Μήττα “Μορφές και Θέματα της Αρχαίας Ελληνικής Μυθολογίας”. Ημερομηνία πρόσβασης: Απρίλιος, 1, 2023. [Online] Διαθέσιμο: https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/mythology/lexicon/crete/page_003.html
- [3] Rockwell Anyoha “*The History of Artificial Intelligence*”, Αύγουστος, 2017. Ημερομηνία πρόσβασης: Απρίλιος, 10, 2023. [Online] Διαθέσιμο: <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- [4] History Computer Staff “Logic Theorist Explained – Everything You Need To Know”, Νοέμβριος, 2022. Ημερομηνία πρόσβασης: Απρίλιος, 12, 2023. [Online] Διαθέσιμο: <https://history-computer.com/logic-theorist/>
- [5] Stuart Russell, Peter Norvig, *Τεχνητή Νοημοσύνη Μια σύγχρονη προσέγγιση ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ*. Αθήνα, Κλειδάριθμος, 2005, pp. 50-51
- [6] John McCarthy, “WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE?” [Online]. Διαθέσιμο: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>
- [7] Ed Burns, Nicole Laskowski, Linda Tucci, “artificial intelligence (AI)”, Ιανουάριος, 2023. Ημερομηνία πρόσβασης: Απρίλιος, 20, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AI-Artificial-Intelligence>
- [8] Faraz A., “Artificial Intelligence (AI) is everywhere!”, Οκτώβριος, 2023. Ημερομηνία πρόσβασης: Απρίλιος, 20, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.linkedin.com/pulse/artificial-intelligence-ai-everywhere-faraz-ali>
- [9] Σάββας Ράπτης, “Τι είναι η μηχανική μάθηση (machine learning); – Μέρος Α: “Εισαγωγή””, Νοέμβριος, 2021. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 7, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://2science.gr/machine-learning-1/>
- [10] Coombes D., “What is Artificial Intelligence? The Four Different Subsets Of AI”, Απρίλιος, 2023. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 7, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://topapps.ai/exploring-the-subsets-of-ai/>

- [11] Sam T. Roweis and Lawrence K. Saul. “Nonlinear dimensionality reduction by locally linear embedding”. SCIENCE, vol. 290, pp. 2323–2326, Δεκέμβριος, 2000. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 8, 2023. doi: [10.1126/science.290.5500.2323](https://doi.org/10.1126/science.290.5500.2323).
- [12] OpenAI and Berner C. and Brockman G. and Chan B and Cheung V. and Debiak P. and Dennison C. and Farhi D. and Fischer Q. and Hashme S. and Hesse C. and Józefowicz R. and Gray R. and Olsson C. and Pachocki J. and Petrov M. and Pondé de Oliveira Pinto H. and Raiman J. and Salimans T. and Schlatter J. and Schneider J. and Sidor S. and Sutskever I. and Tang J. and Wolski F. and Zhang S., “Dota 2 with Large Scale Deep Reinforcement Learning”, openai2019dota, vol. 1, pp. 1-4, Δεκέμβριος, 2023. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 7, 2023. doi: <https://arxiv.org/abs/1912.06680>
- [13] A. K. Jain, Jianchang Mao and K. M. Mohiuddin, "Artificial neural networks: a tutorial," in Computer, vol. 29, no. 3, pp. 31-44, Μάρτιος 1996, doi: [10.1109/2.485891](https://doi.org/10.1109/2.485891).
- [14] Keserer E., “The six main subsets of AI: (Machine learning, NLP, and more)”, Φεβρουάριος, 2022. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 17, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.akkio.com/post/the-five-main-subsets-of-ai-machine-learning-nlp-and-more>
- [15] Mbaabu O., “An Overview of Fuzzy Logic System”, Δεκέμβριος, 2022. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 18, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.section.io/engineering-education/an-overview-of-fuzzy-logic-system/>
- [16] J. M. Mendel, "Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial," in Proceedings of the IEEE, vol. 83, No. 3, pp. 345-377, Μάρτιος 1995, doi: [10.1109/5.364485](https://doi.org/10.1109/5.364485).
- [17] Lutkevich B., “expert system”, Απρίλιος, 2023. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 19, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/expert-system>
- [18] Oracle, “What is Natural Language Processing?”. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 25, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.oracle.com/hk/artificial-intelligence/what-is-natural-language-processing/>
- [19] TURING, “How Does Natural Language Processing Function in AI?”. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 27, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.turing.com/kb/natural-language-processing-function-in-ai#components-of-natural-language-processing-in-ai>
- [20] Lutkevich B., “natural language processing (NLP)”, Ιανουάριος, 2023. Ημερομηνία πρόσβασης: Μάιος, 29, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/natural-language-processing-NLP>
- [21] Khanna, A., Pandey, B., Vashishta, K., Kalia, K., Bhale, P., Das, T., “A study of today’s A.I. through chatbots and rediscovery of machine intelligence”, International Journal of u- and e- Service,

Science and Technology, Vol. 8, No. 7, pp.277-284 (2015). Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 21, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.14257/ijunesst.2015.8.7.28>

[22] Adamopoulou, E., Moussiades, L. “An Overview of Chatbot Technology”, In: Maglogiannis, I., Pliadis, L., Pimenidis, E. (eds) Artificial Intelligence Applications and Innovations. AIAI 2020. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 584. Springer, Cham., Μάιος, 2020. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 21, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: https://doi.org/10.1007/978-3-030-49186-4_31

[23] Abu Shawar, B.A., Atwell, E.S. “Chatbots: are they really useful?”, J. Lang. Technol. Comput. Linguist. 22, 29–49 (2007). Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 23, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: https://scholar.google.com/scholar_lookup?&title=Chatbots%3A%20are%20they%20really%20useful%3F&journal=J.%20Lang.%20Technol.%20Comput.%20Linguist.&volume=22&pages=29-49&publication_year=2007&author=Abu%20Shawar%2CBA&author=Atwell%2CES#d=gs_cit&t=1690126218753&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AuXpI0c8XxvcJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Del

[24] Turing, A. M. “Computing Machinery and Intelligence.”, Mind, Volume LIX, Issue 236, Οκτώβριος 1950, pp. 433–460. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 23, 2023. doi: 10.1093/mind/LIX.236.433, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>

[25] Weizenbaum, J. “ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine.” Communications of the ACM, Volume 9, Issue 1, Ιανουάριος 1966, pp. 36-45. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 24, 2023. doi: 10.1145/365153.365168, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1145/365153.365168>

[26] Klopfenstein, L. C., Delpriori, S., Malatini, S., & Bogliolo, A. “The rise of bots: A survey of conversational interfaces, patterns, and paradigms.”, In Proceedings of the 2017 conference on designing interactive systems, Ιούνιος 2017, pp. 555–565. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 24, 2023. doi: 10.1145/3064663.3064672, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1145/3064663.3064672>

[27] Colby, K. M., Weber, S., & Hilf, F. D. “Artificial paranoia.”, Artificial intelligence, Vol. 2, No. 1, pp. 1-25 (1971). Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 24, 2023. doi: 10.1016/0004-3702(71)90002-6, [Online]. Διαθέσιμο: [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(71\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0004-3702(71)90002-6)

[28] Shum, Hy., He, Xd. & Li, D. “From Eliza to XiaoIce: challenges and opportunities with social chatbots.”, Frontiers Inf Technol Electronic Eng, Vol. 2, No. 19, pp. 10-26, Ιανουάριος 2018. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 24, 2023. doi: 10.1631/FITEE.1700826, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1631/FITEE.1700826>

- [29] Angeli A, Brahnam S. “I hate you! Disinhibition with virtual partners.”, *Interacting with Computers*, Vol. 20, Issue 3, pp. 302-310, Μάιος 2008. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 24, 2023. doi: 10.1016/j.intcom.2008.02.004, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.02.004>
- [30] Adamopoulou E, Moussiades L. “Chatbots: History, technology, and applications.”, in *Machine Learning with Applications*, Vol. 2, 2020. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 24, 2023. doi: 10.1016/j.mlwa.2020.100006, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100006>
- [31] Hoy, Matthew B. “Alexa, Siri, Cortana, and more: an introduction to voice assistants.”, *Medical Reference Services Quarterly*, Vol. 37, No. 1, pp. 81-88, Jan 2018. Ημερομηνία πρόσβασης: Ιούλιος, 25, 2023. doi: 10.1080/02763869.2018.1404391, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1080/02763869.2018.1404391>
- [32] Agarwal, R., Wadhwa, M. “Review of State-of-the-Art Design Techniques for Chatbots.”, *SN COMPUT. SCI*, Vol. 1, Jul 2020. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 5, 2023. doi: 10.1007/s42979-020-00255-3, [Online]. Διαθέσιμο: <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00255-3>
- [33] Gambhir P. “REVIEW OF CHATBOT DESIGN AND TRENDS.”, *SN COMPUT*, Dec 2019. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 9, 2023. Διαθέσιμο: https://www.researchgate.net/publication/337927323_REVIEW_OF_CHATBOT_DESIGN_AND_TRENDS
- [34] Xu A, Liu Z, Guo Y, Sinha V, and Akkiraju R. “A New Chatbot for Customer Service on Social Media”, *Association for Computing Machinery*, pp. 3506–3510, May 2017. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 9, 2023. doi: 10.1145/3025453.3025496, [Online]. Διαθέσιμο: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3025453.3025496#sec-cit>
- [35] Vaswani A, Shazeer N, Parmar N, Uszkoreit J, Jones L, Gomez N, Kaiser L, Polosukhin I. “Attention Is All You Need”, Jun 2017. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 19, 2023. doi: 1706.03762, [Online]. Διαθέσιμο: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- [36] R. Horev, “BERT Explained: State of the art language model for NLP”, *towardsdatascience*, Nov 2018. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 19, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://towardsdatascience.com/bert-explained-state-of-the-art-language-model-for-nlp-f8b21a9b6270>
- [37] Devlin J., Chang M. W., Lee K., & Toutanova, K. “BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding”, May 2019. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 19, 2023. doi: 1810.04805, [Online]. Διαθέσιμο: <https://arxiv.org/abs/1810.04805>

Δημιουργία chatbot με αναγνώριση συναισθημάτων μέσω NLP

[38] B. Lutkevich, “BERT language model”, techtarget, Jan 2020. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 19, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/BERT-language-model>

[39] Weston J., Shuster K. “Blender Bot 2.0: An open source chatbot that builds long-term memory and searches the internet”, Jul 2021. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 24, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://ai.meta.com/blog/blender-bot-2-an-open-source-chatbot-that-builds-long-term-memory-and-searches-the-internet/>

[40] Harsh J., “BERT for "Everyone" (Tutorial + Implementation)”, May 2021. Ημερομηνία πρόσβασης: Αύγουστος, 24, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://www.kaggle.com/code/harshjain123/bert-for-everyone-tutorial-implementation/notebook>

Επιπλέον βοηθητικό υλικό

<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200827STO85804/ti-einai-i-technitinoimosuni-kai-pos-chrisimopoitai>

<https://rfcx.org/>

<https://www.ibm.com/topics/machine-learning>

<https://www.javatpoint.com/dimensionality-reduction-technique>

<https://www.geeksforgeeks.org/dimensionality-reduction/>

http://www.hep.upatras.gr/class/download/eyf_an_ded_anagn_prot/dimensionality%20reduction.pdf

[Artificial Neural Network Tutorial - Javatpoint](#)

<https://www.javatpoint.com/fuzzy-logic>

<https://www.javatpoint.com/expert-systems-in-artificial-intelligence>

<https://huggingface.co/inference-api>
