



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

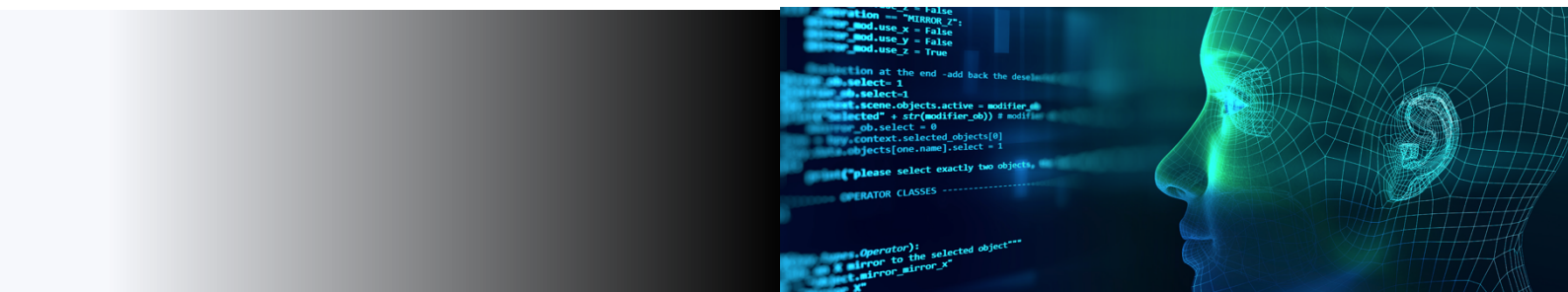
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ – WEB INTELLIGENCE

Ευφυείς Ψηφιακοί Βοηθοί: Συστηματική καταγραφή και κριτική παρουσίαση της τρέχουσας κατάστασης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΥΛΟΣ Δ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ



Επιβλέπων : Δημοσθένης Σταμάτης
Καθηγητής του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής
και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδας

Θεσσαλονίκη, Ιούλιος 2022



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ –
WEB INTELLIGENCE

**Ευφυείς Ψηφιακοί Βοηθοί:
Συστηματική καταγραφή και κριτική παρουσίαση
της τρέχουσας κατάστασης**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΠΑΥΛΟΥ Δ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ

Επιβλέπων : Δημοσθένης Σταμάτης
Καθηγητής ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 02/07/2022.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....
Δημοσθένης Σταμάτης
Καθηγητής ΔΙ.ΠΑ.Ε.

.....
Ευστάθιος Κασδερίδης
Καθηγητής Εφαρμογών / Λέκτορας ΔΙ.ΠΑ.Ε.

.....
Ιγνάτιος Δεληγιάννης
Καθηγητής ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Θεσσαλονίκη, 02/07/2022

Πρόλογος

“Intelligence is the ability to adapt to change.”

—Κάποιος πριν τον Stephen Hawking

Μια ειδική κατηγορία ευφυών πρακτόρων, οι πράκτορες συζήτησης (:conversational agents) γνωρίζουν τα τελευταία χρόνια ραγδαία ανάπτυξη. Συνήθως αναφέρονται με τον όρο “chat bot” ή “chatbot” (αυτός ο όρος θα χρησιμοποιηθεί κατά κύριο λόγο στη συνέχεια) και αποτελούν εφαρμογές λογισμικού που υλοποιούν επικοινωνία με τους χρήστες ενός συστήματος, χρησιμοποιώντας μία ποικιλία μεθόδων εισόδου-εξόδου που βασίζονται σε αναγνώριση κειμένου, φωνής, εικόνας ή και συναισθήματος. Οι πράκτορες συζήτησης είναι περισσότερο γνωστοί ως φωνητικοί βοηθοί (:voice assistants) σε κινητά τηλέφωνα και πλατφόρμες (π.χ. Apple Siri, Microsoft Cortana, Amazon Alexa, Google Assistant), αλλά οι εφαρμογές τους καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα σε οργανισμούς, επιχειρήσεις, στην υγεία και αλλού, γεγονός που τους καθιστά αυτό που μπορούμε να ονομάσουμε ψηφιακούς βοηθούς (:digital assistants).

Για την ανάπτυξη των ψηφιακών βοηθών χρησιμοποιείται μία μεγάλη γκάμα τεχνολογιών της πληροφορικής και της τεχνητής νοημοσύνης, όπως είναι η αναγνώριση και η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας, η μηχανική μάθηση, τα συστήματα λήψης αποφάσεων και συστάσεων κ.α.

Αποσκοπώντας στην κάλυψη του σχετικού κενού στην ελληνική βιβλιογραφία, στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η συνοπτική καταγραφή και ευκολονόητη

παρουσίαση της τρέχουσας κατάστασης (:state of the art) των ψηφιακών βοηθών, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Τις τεχνολογίες που είναι απαραίτητες για την υλοποίηση τους.
- Τις μεθοδολογίες και τα εργαλεία για την ανάπτυξή τους.
- Τους διαφορετικούς τομείς εφαρμογών τους.
- Τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες που παρουσιάζουν.
- Την κατηγοριοποίησή τους με βάση τα χαρακτηριστικά ευφυίας που παρουσιάζουν.
- Τα ανοιχτά ερευνητικά ζητήματα που πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω.

Για την πραγματοποίηση αυτής της εργασίας, έγινε οριοθετημένη ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας (:scoping review) πάνω σε διάφορες πτυχές της τεχνολογίας των chatbot στις γνωσιακές βάσεις www.sciencedirect.com, www.scopus.com και <https://link.springer.com>. Όσον αφορά στις ελληνικές δημοσιεύσεις, η έρευνα έγινε κατά κύριο μέσω του ιδρυματικού αποθετηρίου του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (<https://repository.ihu.edu.gr/>), του ιδρυματικού καταθετηρίου επιστημονικών εργασιών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου (<https://search.lib.auth.gr/>) και του ιδρυματικού αποθετηρίου του Πανεπιστημίου Μακεδονίας (<https://dspace.lib.uom.gr/>).¹ Όσον αφορά στις πηγές που επιλέχθηκαν, κριτήριο υπήρξε κατά το δυνατόν η αξιοπιστία, η σαφήνεια αλλά και η πρόσφατη χρονολογία τους.

Ευχαριστώ τους αγαπητούς καθηγητές μου του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων, του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, οι οποίοι σε όλη τη διάρκεια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στις Ευφυείς Τεχνολογίες Διαδικτύου μετέδωσαν με εξαιρετικό τρόπο γνώσεις και εμπειρίες και διάνοιξαν νέους ορίζοντες στο επιστημονικό αυτό πεδίο. Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Δημοσθένη Σταμάτη, ο οποίος τόσο στις προπτυχιακές μου σπουδές στα μέσα της δεκαετίας του 1990 όσο και σε αυτές τις

¹ Η αναζήτηση με λέξεις-κλειδιά “chatbot” ή “chatbots” στον τίτλο των δημοσιευμένων εργασιών έδωσε 2 αποτελέσματα στο ΠαΜακ, 4 αποτελέσματα στο ΔιΠαΕ και 20 αποτελέσματα στο ΑΠΘ. Για λόγους σύγκρισης, η αντίστοιχη αναζήτηση στο Sage Journals (<https://journals.sagepub.com>) απέδωσε 440 δημοσιεύσεις, στο Scopus (www.scopus.com) 2.077 και στο Springer Link (<https://link.springer.com/>) 8.337.

όψιμες μεταπτυχιακές μου σπουδές ήταν πάντα προσηνής, θετικός και πρόθυμος να συμπράξει και να βοηθήσει φιλόπονα σε όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον αδελφό μου Τιμόθεο για το ότι μου υπέδειξε και μου σύστησε τον θαυμαστό κόσμο της Πληροφορικής στα γυμνασιακά μου χρόνια αλλά και την Ειρήνη, τη Δημητρία και τον Ιωάννη για την αγόγγυστη συνοδεία που μου παρείχαν και σε αυτό επίσης το όμορφο ταξίδι στο πέλαγος της επιστημονικής γνώσης.

ΠΑΥΛΟΣ Δ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ

Καλαμαριά, Ιούνιος 2022

Abstract

Title:

“Intelligent Digital Assistants:

A survey and overview of the current state of the art”

A special category of intelligent agents, the conversational agents, has been growing rapidly in recent years. Commonly referred to as “chat bots” or “chatbots,” they are software applications that implement communication with users of a system using a variety of input/output methods based on text, voice, image or even emotion recognition. Conversational agents are best known as voice assistants on mobile phones and platforms (like Apple Siri, Microsoft Cortana, Amazon Alexa, Google Assistant), but their applications cover a wide range in organisations, businesses, healthcare and elsewhere, which makes them what we can call digital assistants.

A wide range of computer and artificial intelligence technologies are used to develop digital assistants, such as natural language recognition and processing, machine learning, decision and recommendation systems, etc.

Aiming to fill the relevant gap in the Greek literature, the aim of this MSc thesis is to provide a brief description and critical presentation of the current state of the art of digital assistants, which should include:

- The technologies necessary for their implementation.
- The methodologies and tools for their development.
- The strengths and weaknesses they present.
- Their categorisation according to their intelligence characteristics.
- The open research issues to be further investigated.

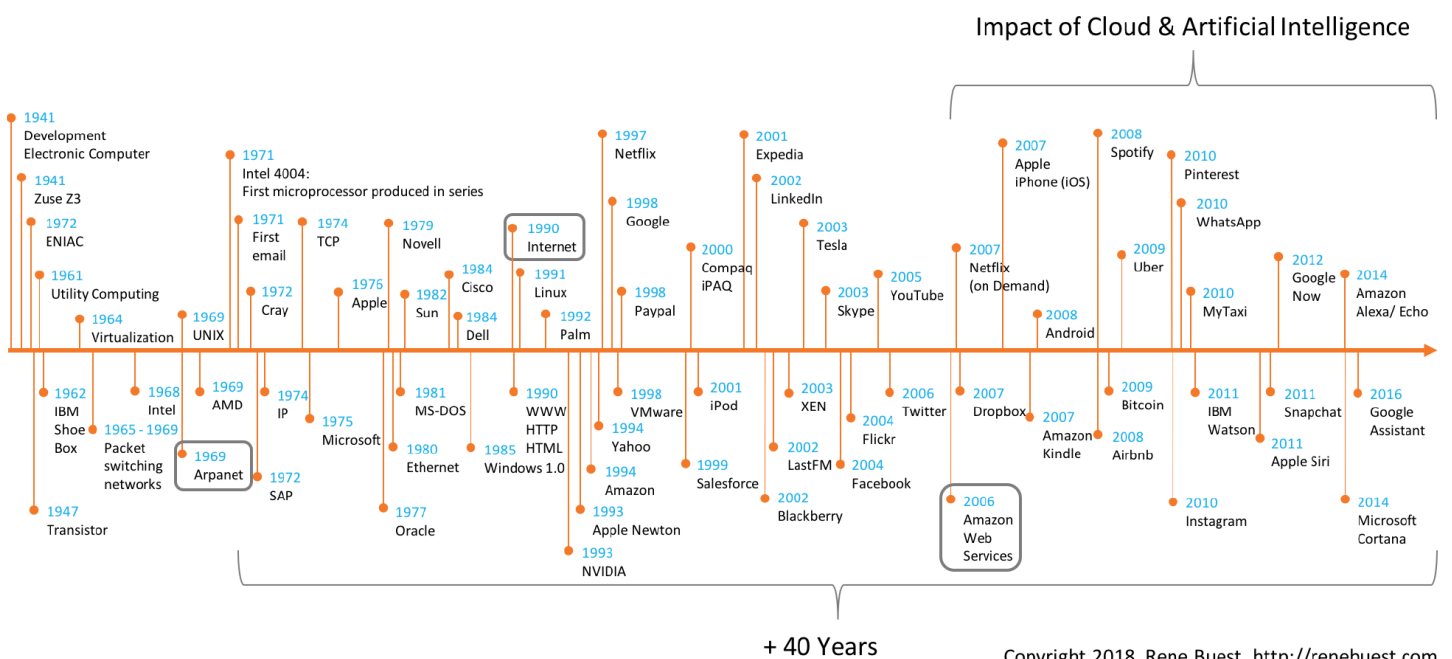
Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	5
Abstract.....	9
Πίνακας περιεχομένων	11
00. Εισαγωγή	13
00.01 Προαπαιτούμενες έννοιες.....	14
00.02 Βασικές έννοιες.....	18
00.03 Ιστορική αναδρομή.....	21
01. Τυπολογία και τεχνολογίες υλοποίησης.....	33
01.01 Βασικοί τύποι	34
01.02 Επιμέρους τύποι	40
01.03 Η αξιοποίηση της ML στα chatbot με AI.....	42
02. Μεθοδολογίες, εργαλεία ανάπτυξης και ζητούμενα	47
02.01 Μεθοδολογίες σχεδιασμού και ανάπτυξης.....	47
02.02 Εργαλεία ανάπτυξης.....	50
02.03 Επιζητούμενα	57
03. Τομείς εφαρμογής.....	59
03.01 Εφαρμογές μηνυμάτων.....	59
03.02 Ως μέρος εφαρμογών και ιστοτόπων εταιριών	60
03.03 Ακολουθήσεις chatbot.....	60
03.04 Ενδοεταιρικές πλατφόρμες	61
03.05 Εξυπηρέτηση πελατών.....	61
03.06 Υπηρεσίας φροντίδας υγείας.....	63
03.07 Πολιτική.....	64
03.08 Παιχνίδια	65
03.09 Επιβλαβής χρήση.....	66
03.10 Δειγματοληπτικές περιπτώσεις εφαρμογών.....	67
04. Αξιολόγηση και αποτίμηση	75
04.01 Πλεονεκτήματα.....	75
04.02 Μειονεκτήματα.....	76

05. Κριτήρια κατηγοριοποίησης και αξιολόγησης.....	79
05.01 Γενικές κατηγοριοποιήσεις.....	79
05.02 Κατηγοριοποίηση κατά <i>Knote et al</i>	81
05.03 Κατηγοριοποίηση κατά <i>Borsci et al</i>	83
05.04 Κατηγοριοποίηση κατά <i>Chen et al</i>	86
06. Ανοιχτά ερευνητικά προβλήματα προς μελλοντική επίλυση.....	89
Βιβλιογραφία.....	91

00. Εισαγωγή

Η ψηφιοποίηση του φυσικού κόσμου πραγματοποιείται με γοργούς ρυθμούς και μεταμορφώνει την κοινωνία ώστε η φορητότητα (κινητότητα) να παίζει πλέον πρωταγωνιστικό ρόλο. Με την συνεχή αύξηση της δημοφιλίας των εφαρμογών ανταλλαγής μηνυμάτων, τα chatbot παίζουν έναν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο σε αυτή τη μεταμόρφωση. Ευφυή διαλογικά chatbot αποτελούν συχνά διεπαφή για εφαρμογές φορητών συσκευών και αλλάζουν τον τρόπο που αλληλεπιδρούν οι επιχειρήσεις και οι πελάτες.



Copyright 2018, Rene Buest, <http://renebuest.com>

Η ψηφιακή εξέλιξη με μια ματιά.

Η παρουσία των chatbot επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να συνδέονται με τους πελάτες με προσωπικό τρόπο, μειώνοντας τις δαπάνες για ανθρώπινους εκπροσώπους.

Συχνά, πολλές από τις ερωτήσεις ή τα ζητήματα που εγείρουν οι πελάτες είναι κοινότυπα και έχουν εύκολη απάντηση. Γι' αυτό το λόγο πολλές εταιρίες κατασκευάζουν οδηγούς Συχνών Ερωτήσεων (FAQ) και επίλυσης προβλημάτων. Τα chatbot παρέχουν εναλλακτική λύση σε προσωπικό επίπεδο αντί των γραπτών FAQ και οδηγών. Μάλιστα, μπορούν ακόμη και να κάνουν διαλογή ως προς το βαθμό σημαντικότητας των ερωτημάτων, περιλαμβανομένης και της παραπομπής των πελατών σε ανθρώπινο εκπρόσωπο στις περιπτώσεις που το ζήτημα αποδειχτεί ιδιαίτερα πολύπλοκο για να επιλυθεί από το chatbot. Η αξιοποίηση των chatbot γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής καθώς εξοικονομεί χρόνο και χρήμα για τις επιχειρήσεις και αποτελεί σημαντική ευκολία για τους πελάτες. Βέβαια, υπάρχουν και άλλες σημαντικές χρήσεις της τεχνολογίας αυτής πέραν της εμπορικής, όπως θα φανεί και στη συνέχεια.

Ακολούθως παρουσιάζονται κάποιες βασικές αλλά και προαπαιτούμενες έννοιες για την ορθή κατανόηση των θεμάτων που παρουσιάζονται στη συνέχεια. [Adamopoulou & Moussiades:2020]

00.01 Προαπαιτούμενες έννοιες

Η **τεχνητή νοημοσύνη** (:artificial intelligence, **AI**) αποτελεί γοργά αναπτυσσόμενο, ευρύ κλάδο της επιστήμης υπολογιστών που ασχολείται με την κατασκευή ευφυών μηχανών που έχουν την ικανότητα να επιτελούν εργασίες οι οποίες κανονικά απαιτούν ανθρώπινη ευφυΐα. Σύμφωνα με τους [Frana & Klein:2021] και [Kurfess:2003], πρόκειται για ένα επιστημονικό πεδίο που διακρίνεται για το ενδιαφέρον του για τις προκλήσεις της επόμενης γενιάς με τρόπο διεπιστημονικό και ελευθερόφρονα.

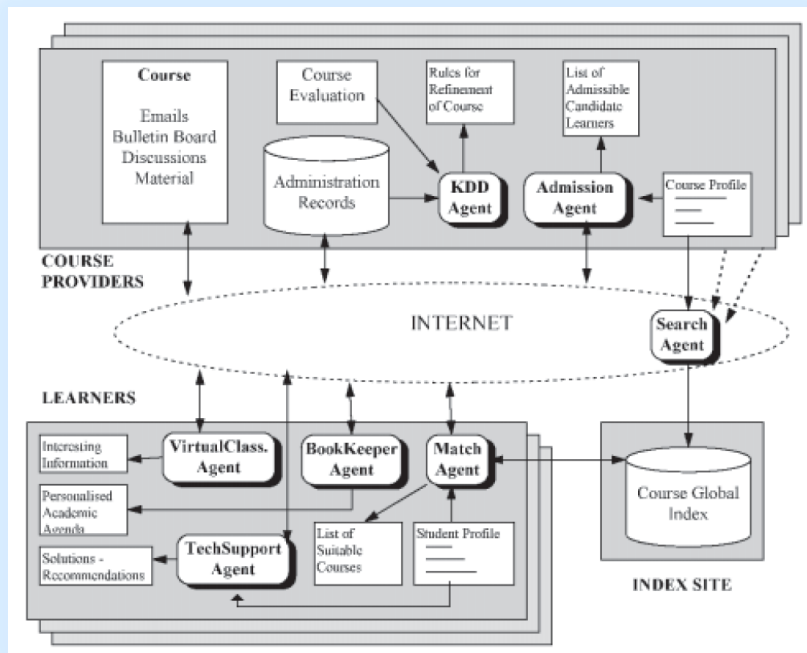
Σε ερευνητικό επίπεδο εμπερικλείει τη μελέτη των **ευφυών/νοημόνων πρακτόρων** (:intelligent agents), δηλαδή αυτόνομων προγραμμάτων που «αισθάνονται» και αποκρίνονται ενεργά στα δεδομένα που συλλέγονται σε ορισμένο περιβάλλον.² Εικονικοί βοηθοί όπως η Alexa της Amazon, η Cortana της Microsoft, η

² Κατά τους Wooldridge και Jennings, τα κύρια χαρακτηριστικά ενός νοήμονα πράκτορα, τα οποία διαφοροποιούν τους πράκτορες από τα συμβατικά προγράμματα, είναι τα εξής: α) **αυτονομία** (:autonomy), λειτουργία χωρίς την άμεση και συνεχή παρέμβαση των χρηστών ή άλλων πρακτόρων και διαθέτουν αυτοέλεγχο, δηλαδή ελέγχουν την εσωτερική τους κατάσταση και αυτενεργούν, β) **αντιδραστικότητα** (:reactiveness), συλλογιστική ικανότητα αντίληψης του εκάστοτε περιβάλλοντος και ικανότητα αντίδρασης μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια στις αλλαγές που επέρχονται σε αυτό, γ) **προνοητικότητα** (:pro-activeness), συλλογιστική ικανότητα όπου οι αντιδράσεις δεν είναι απλώς αντανακλαστικές στο περιβάλλον αλλά υπάρχει η ικανότητα συμπεριφοράς και λήψης πρωτοβουλιών βάσει στόχων ανάλογα με το περιβάλλον τους, και δ) **κοινωνικότητα** (:social ability), ικανότητα

Siri της Apple και η Βοηθός της Google είναι περιπτώσεις ευφυών πρακτόρων (ή, ορθότερα, «πρακτορισμών»). Οι πράκτορες μπορεί να είναι ενσωματωμένοι σε ευφυή ρομπότ, όπως τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό και τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα.

Σημαντική εξέλιξη σε αυτό τον χώρο είναι τα **πολυπρακτορικά συστήματα** (:multi-agent systems), τα οποία επιτρέπουν στους πράκτορες να αλληλεπιδρούν δυναμικά και όχι με τρόπους στατικά καθορισμένους. Έτσι, ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά ακόμη και σε πρωτόγνωρες περιστάσεις. Για την επικοινωνία και των συντονισμών των πρακτόρων ήταν απαραίτητη η εμφάνιση μιας νέας σχολής **πρακτοροστραφούς προγραμματισμού** (:agent oriented programming), καθώς πλέον ο πράκτορας αποτελεί τη βασική μονάδα αφαίρεσης τόσο στο σχεδιασμό όσο και στην υλοποίηση του συστήματος. Αν και η δημιουργία πρακτοροστραφών γλωσσών προγραμματισμού βρίσκεται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο, πρόκειται να αποτελέσει αποτελεσματικό εργαλείο για τη διαχείριση της πολυπλοκότητας των συστημάτων λογισμικού. Τα πολυπρακτορικά συστήματα μαζί με την κατανομημένη επίλυση προβλημάτων (:distributed problem solving) αποτελούν τους βασικούς τομείς της κατανομημένης AI (:distributed artificial intelligence). [Βλαχάβας et al:2020]

επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με άλλους πράκτορες και χρήστες μέσω μιας κοινά κατανοητής γλώσσας, έτσι ώστε να υπάρχει συνεργασία για την επίτευξη του κοινού διαπρακτορικού στόχου ή των επιμέρους στόχων καθενός πράκτορα. Κάποια δευτερεύοντα χαρακτηριστικά, τα οποία δεν εμφανίζονται σε όλες τις κατηγορίες πρακτόρων, είναι τα εξής: ε) **κινητικότητα** (:mobility), μη στατικότητα αλλά μάλλον δυνατότητα αλλαγής της φυσικής τους θέσης σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον, ς) **προσαρμοστικότητα** (:adaptivity), ικανότητα διαρκούς προσαρμογής στο περιβάλλον τους ή τις απαιτήσεις του χρήστη, δηλαδή ικανότητα για μάθηση, ζ) **ειλικρίνεια** (:veracity), διασφάλιση μη παροχής εσκεμμένα εσφαλμένων πληροφοριών, η) **αγαθή προαίρεση** (:benevolence), προσπάθεια επίτευξης πάντα των στόχων που τους έχουν ανατεθεί και απουσία δικών τους ιδιοτελών και κρυφών στόχων, θ) **ορθολογικότητα** (:rationality), δράση που αποσκοπεί στη επίτευξη των στόχων τους, αποφυγή αναίτιων ενεργειών και διασφάλιση ότι δεν θα υπάρξει δράση εναντίον της επίτευξης των στόχων τους, και ι) **συναίσθημα** (:emotion), κάποιες κατηγορίες πρακτόρων, κάτω από ορισμένες συνθήκες, δρουν βάσει (τεχνητών) συναισθημάτων με σκοπό την επίτευξη των στόχων τους, όπως για παράδειγμα η έκφραση στοργής (:affectiveness). [Βλαχάβας et al:2020][Stamatis et al:1999]



Η αρχιτεκτονική ενός πολυπρακτορικού συστήματος για την υποστήριξη της δικτυωμένης μάθησης [:networked learning]. [Stamatis et al:1999]

Με μια πιο ευρεία έννοια, η τεχνητή νοημοσύνη περιγράφει υπαρκτές ή φανταστικές προσπάθειες για εξομοίωση της γνωστικής λειτουργίας (:cognition) και της δημιουργικότητας. Με τον σύνθετο αυτό όρο γίνεται διαχωρισμός της μηχανής και του κώδικα που τρέχει σε αυτή από την φυσική ευφυΐα των έμβιων πλασμάτων.

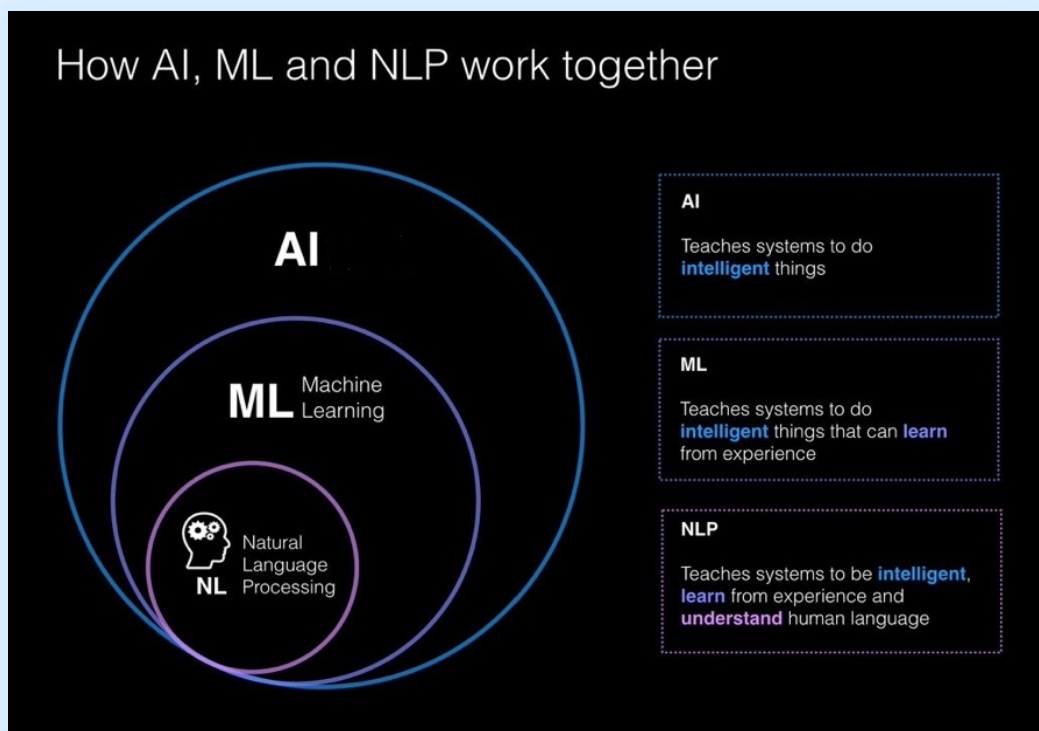
Η **επεξεργασία φυσικής γλώσσας** (:natural language processing, **NLP**) χρησιμοποιείται για την κατάτμηση των δεδομένων εισόδου των χρηστών σε κωδικοποιημένες και δομημένες πληροφορίες, όπως οι προτάσεις και οι λέξεις. Επίσης, περιλαμβάνει την τυποποίηση (:standardization) του κειμένου μέσω μιας σειράς τεχνικών, όπως για παράδειγμα, τη μετατροπή όλων των χαρακτήρων σε πεζούς ή τη διόρθωση ορθογραφικών λαθών πριν καθοριστεί το τι μέρος του λόγου είναι η κάθε λέξη. Σε αυτό το στάδιο, επίσης, μπορούν να συνεξετάζονται και άλλοι παράγοντες όπως το συναίσθημα.

Η **κατανόηση φυσικής γλώσσας** (:natural language understanding, **NLU**) περιγράφει την κατανόηση από τους υπολογιστές της δομής και της έννοιας της

ανθρώπινης φυσικής γλώσσας, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τον υπολογιστή χρησιμοποιώντας φυσικές προτάσεις.³

Η **παραγωγή φυσική γλώσσας** (:natural language generation, **NLG**) αποσκοπεί στην απόδοση μιας νοηματικά ουσιαστικής και προσωποποιημένης εμπειρίας προς τον χρήστη πέρα από προκαθορισμένες αποκρίσεις. Οι απαντήσεις δίνονται σε φυσική γλώσσα, αφού προηγουμένως έχει επιλεγθεί το τι και το πώς θα λεχθεί.

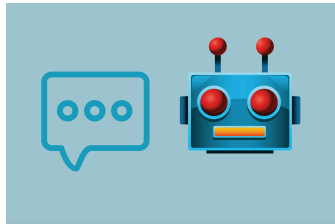
Η **διαλογική τεχνητή νοημοσύνη** (:conversational artificial intelligence, **CAI**) αξιοποιεί δυναμικά την NLP και την NLU καθώς επιτρέπει σε μια επιχείρηση να δημιουργήσει εξελιγμένα συστήματα διαλόγων που χρησιμοποιούν την απομνημόνευση, τις προσωπικές επιλογές και την συναφειακή κατανόηση ώστε να αποδοθεί μια ρεαλιστική εμπειρία στον χρήστη με τη χρήση διάδρασης σε φυσική γλώσσα.



Συνεργασία AI, ML και NLP σε ένα ευφρές σύστημα.
[Παπικιώτης:2020]

³ Βλ. [Frana & Klein:2021]. Επίσης, *Gartner Glossary*, “Natural-Language Understanding”, < <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/nlu-natural-language-understanding> >.

Η **μηχανική μάθηση** (:machine learning, **ML**) αποτελεί κλάδο της τεχνητής νοημοσύνης. Πρόκειται για μέθοδο ανάλυσης δεδομένων η οποία αυτοματοποιεί την δόμηση αναλυτικών μοντέλων. Βασίζεται στην ιδέα ότι τα συστήματα μπορούν να μαθαίνουν από δεδομένα, να ταυτοποιούν πρότυπα [:patterns] και να παίρνουν αποφάσεις με την ελάχιστη δυνατή ανθρώπινη παρέμβαση.



Chat + bot.
[Logical Design Solutions:2016]

00.02 Βασικές έννοιες

Τι είναι τα **chatbot** (ή chatterbot) ή «ρομπότ συνομιλίας»;⁴ Πρόκειται για εφαρμογές λογισμικού που υλοποιούν την επικοινωνία μεταξύ χρηστών ενός συστήματος, αξιοποιώντας μια ποικιλία μεθόδων εισόδου-εξόδου που βασίζονται σε αναγνώριση κειμένου, φωνής, εικόνας ή και συναισθήματος. Ένας πιο κλασικός ορισμός είναι ότι «τα chatbot είναι λογισμικοί πράκτορες που έχουν την ικανότητα να αλληλεπιδρούν με χρήστες μέσω κανόνων βάσει αντιστοίχισης προτύπων». [Gambino et al:2009] Ως **λογισμικοί πράκτορες** (:software agents) ή **εικονικοί πράκτορες** (:virtual agents) εννοούνται τα προγράμματα που διενεργούν διάλογο, διαπραγματεύονται και συντονίζουν τη ροή πληροφοριών.⁵

Τα chatbot αποτελούν βασικό συστατικό της μετάβασης από τη σταθερότητα που χαρακτηρίζει τους επιτραπέζιους υπολογιστές προς την πανταχού παρουσία

⁴ Ο όρος “chatterbot” εμφανίστηκε για πρώτη φορά στο άρθρο του κατασκευαστή του πρώτου Verbot, Michael L. Mauldin, “CHATTERBOTS, TINYMUDS, and the Turing Test: Entering the Loebner Prize Competition” (*Proceedings of the Twelfth National Conference on Artificial Intelligence, AAAI-94*, 1-4 Αυγούστου 1994, Seattle, Washington).

⁵ Η έννοια των **εικονικών βοηθών** (:virtual assistants) πρωταρχικά αναφερόταν στους υπαλλήλους που εργάζονται εξ αποστάσεως και οι οποίοι αναλαμβάνουν καθήκοντα που τους αναθέτει ο εργοδότης τους. Ορισμένα από τα καθήκοντά τους μπορεί να περιλαμβάνουν τον προγραμματισμό ραντεβού και τη διαχείριση ημερολογίων, τη ρύθμιση ταξιδιών και την λήψη και μεταφορά τηλεφωνικών κλήσεων. Εντούτοις, τα νεότερα chatbot που ενσωματώνουν ΑΙ συχνά αναφέρονται επίσης ως «εικονικοί βοηθοί» ή «εικονικοί πράκτορες». (Βλ. σχετικό άρθρο στον ιστότοπο της IBM: < https://www.ibm.com/cloud/learn/chatbots-explained?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=chatbots >.)

(:ubiquitousness) των κινητών ευφυών συσκευών. Οι αναλυτές τα έχουν εγκωμιάσει ως τις εφαρμογές του μέλλοντος, ενώ κάποιοι πιστεύουν ότι θα αντικαταστήσουν τα πλαίσια αναζήτησης. Χρησιμοποιούνται σε διαλογικά συστήματα (:dialog systems) για ποικίλους σκοπούς, στους οποίους περιλαμβάνονται η εξυπηρέτηση πελατών, η δρομολόγηση αιτημάτων και η συλλογή πληροφοριών. Για την έρευνα στον χώρο των chatbot υπάρχει ολοένα και αυξανόμενη έκδοση βιβλίων και άρθρων και διοργάνωση ειδικών συνεδρίων, όπως το CONVERSATIONS: International Workshop on Chatbot Research and Design από το 2017 και έπειτα.⁶



Η τάση στις αναζητήσεις του όρου “chatbots” στο Google Trends φανερώνει σημαντική σταθερότητα στο ενδιαφέρον του κοινού για τα chatbot.
[Πηγή: <https://trends.google.com/trends/explore?date=2016-01-01%202022-06-05&q=chatbots&hl=el>]

Ως προς την υλοποίηση και λειτουργία των εφαρμογών chatbot, σε κάποιες περιπτώσεις αξιοποιούνται εκτεταμένες διαδικασίες ταξινόμησης λέξεων (:word-classification processes), επεξεργαστές φυσικής γλώσσας και εξεζητημένη τεχνητή νοημοσύνη, ενώ σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται απλώς σαρωτές γενικών λέξεων-κλειδιών και παράγουν αποκρίσεις με τη χρήση κοινότυπων φράσεων που ανακτούν από συσχετιζόμενες βιβλιοθήκες ή βάσεις δεδομένων.

⁶ Για τα πρακτικά αυτής της σειράς ειδικών συνεδρίων, βλ. < <https://link.springer.com/conference/conversations> >.



Άβαταρ ψηφιακού βοηθού.
(Πηγή: [Tsai:2018])

Η πρόσβαση στα chatbot γίνεται κατά κύριο λόγο μέσω αναδυόμενων παραθύρων (:popups) στους ιστοτόπους ή μέσω εικονικών βοηθών. Η ταξινόμηση βάσει της χρήσης του περιλαμβάνει τους τομείς του εμπορίου, της εκπαίδευσης, των οικονομικών, της υγείας, της ειδησεογραφίας και της παραγωγής.

Ο **ψηφιακός βοηθός** (:digital assistant), γνωστός και ως **προγνωστικό** (:predictive) **chatbot**, είναι ένα προηγμένο πρόγραμμα υπολογιστή που προσομοιώνει τη διαδικασία της συζήτησης με τα άτομα που το χρησιμοποιούν, συνήθως μέσω διαδικτύου.

Οι ψηφιακοί βοηθοί αξιοποιούν προηγμένη τεχνητή νοημοσύνη, επεξεργασία φυσικής γλώσσας, κατανόηση φυσικής γλώσσας και μηχανική μάθηση ώστε να μαθαίνουν καθώς παρέχουν προσωποποιημένη εμπειρία συνομιλίας. Συνδυάζοντας το ιστορικό πληροφοριών όπως οι αγοραστικές προτιμήσεις, τα οικονομικά στοιχεία, η τοποθεσία, το μέγεθος της οικογένειας, κ.τ.ό., οι αλγόριθμοι μπορούν να δημιουργήσουν πληροφοριακά μοντέλα που ταυτοποιούν πρότυπα συμπεριφοράς και κατόπιν βελτιστοποιούν αυτά τα πρότυπα καθώς προστίθενται δεδομένα. Με την εκμάθηση του ιστορικού, των προτιμήσεων και άλλων πληροφοριών των χρηστών, οι ψηφιακοί βοηθοί έχουν τη δυνατότητα να απαντούν σε πολύπλοκες ερωτήσεις, να κάνουν προτάσεις και προβλέψεις, ακόμη και να διεξάγουν ολοκληρωμένες συζητήσεις.

Ποια είναι η διαφορά μεταξύ του ψηφιακού βοηθού και του chatbot; Τα chatbot είναι προγράμματα τα οποία προσομοιώνουν και επεξεργάζονται γραπτές και προφορικές ανθρώπινες συζητήσεις ούτως ώστε να μπορούν οι άνθρωποι να αλληλεπιδρούν με ψηφιακές συσκευές όπως θα επικοινωνούσαν με πραγματικούς

ανθρώπους. Τέτοιου είδους, σχετικά εύκολες «συζητήσεις» λαβαίνουν χώρα κατά τις τηλεφωνικές κλήσεις για παραγγελία καφέ.

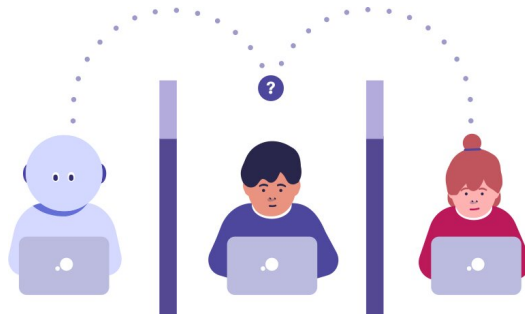
Δεν είναι απίθανο να γίνεται ταύτιση των ψηφιακών βοηθών με τα chatbot—και, στην πραγματικότητα, ο ψηφιακός βοηθός είναι ένας ανεπτυγμένος τύπος chatbot ο οποίος μπορεί να χειριστεί πιο πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις σε μορφή συζήτησης. Ο ψηφιακός βοηθός έχει τη δυνατότητα, για παράδειγμα, να αποκριθεί σε ένα πολύπλοκο αίτημα όπως: «Προγραμματίσε μια πτήση για Τόκιο για την πρώτη Δευτέρα του ερχόμενου μήνα με βάση τις συνηθισμένες επιλογές μου κράτησης θέσης, και οργάνωσε την μεταφορά μου από και προς το αεροδρόμιο». Για να μπορέσει να ανταποκριθεί σε ένα τέτοιο αίτημα ο ψηφιακός βοηθός θα χρειαστεί να προσπελάσει ένα πλήθος πηγών—μια δεξιότητα που δεν κατέχει το κοινό chatbot. Καταλήγοντας, θα μπορούσε να λεχθεί ότι ενώ όλοι οι ψηφιακοί βοηθοί είναι chatbot, δεν είναι ψηφιακοί βοηθοί όλα τα chatbot.⁷

00.03 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία των chatbot ανάγεται αρκετές δεκαετίες πίσω στο παρελθόν. Εντούτοις, η πιο ευρεία χρήση του Διαδικτύου αποτέλεσε τον κρίσιμο καταλύτη ώστε τα chatbot όπως τα γνωρίζουμε σήμερα να αρχίσουν να χρησιμοποιούνται για λειτουργίες των υπηρεσιών υποστήριξης πελατών.

Στη συνέχεια ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση των κυριότερων ιστορικών σταθμών αυτής της τεχνολογίας. [Galitsky:2019]

⁷ Οι εξαιρετικά ενημερωμένες πληροφοριακές βάσεις των εταιριών Oracle (< www.oracle.com/chatbots/) και Artificial Solutions (< www.artificial-solutions.com > και ο αντίστοιχος ψηφιακός οδηγός *Chatbots: The Definitive Guide (2020)* < <http://marketing.artificial-solutions.com/rs/177-TDV-970/images/Chatbots-the-definitive-guide-2020.pdf> >) αποτέλεσαν πολύτιμες πηγές τόσο για βασικά θέματα όσο και για πιο προχωρημένες έννοιες σε αυτή την εργασία.



Σχηματική απεικόνιση του Τεστ του Τούρινγκ.

[Πηγή: <https://visiongenius.ai/storage/blog/2020/03/what-is-the-turing-test.jpg>]

Turing Test, 1950. Οι απαρχές των chatbot δικαιολογημένα ανάγονται στο όραμα του Βρετανού μαθηματικού και επιστήμονα υπολογιστών Άλαν Τούρινγκ (1912–1954) κατά τη δεκαετία του 1950 για τις ευφυείς μηχανές. Στην μνημειώδη εργασία του “Computing Machinery and Intelligence” («Υπολογιστικά Μηχανήματα και Ευφυΐα») το Τεστ του Τούρινγκ έθεσε το ζήτημα τού κατά πόσον οι μηχανές μπορούν να σκεφτούν.⁸ Κατά το τεστ αυτό, ένας άνθρωπος θέτει τις ερωτήσεις του υποβάλλοντάς τες μέσω ενός υπολογιστή και προς δύο συνομιλητές του, σε έναν άνθρωπο και σε έναν υπολογιστή. Μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ο ερωτών προσπαθεί να αποφασίσει πίσω από ποιον υπολογιστή βρίσκεται άνθρωπος και ποιος υπολογιστής λειτουργεί αυτόνομα. Ο Τούρινγκ δήλωσε ότι μέχρι το 2000, η πιθανότητα να διακρίνουν οι άνθρωποι την τεχνητή νοημοσύνη από την ανθρώπινη θα ήταν μικρότερη από το 70%. Ωστόσο, η τεχνολογική βιομηχανία δεν έχει φτάσει ακόμη σε τέτοιο βαθμό επιτυχίας στην τεχνητή νοημοσύνη. Επιπλέον, τα chatbot όπως τα αναγνωρίζουμε σήμερα, δεν άρχισαν να χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη λειτουργιών εξυπηρέτησης πελατών παρά μόνο όταν η χρήση του Διαδικτύου έγινε πιο διαδεδομένη.

⁸ Διαθέσιμο εδώ: < <https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf> >.

```
Welcome to
          EEEEE  LL    IIII  ZZZZZ  AAAAA
          EE     LL    II    ZZ     AA   AA
          EEEEE  LL    II    ZZZ   AAAAAA
          EE     LL    II    ZZ     AA   AA
          EEEEE  LLLLL  IIII  ZZZZZ  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: Is something troubling you ?
YOU:   Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:   They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:   He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:   It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:
```

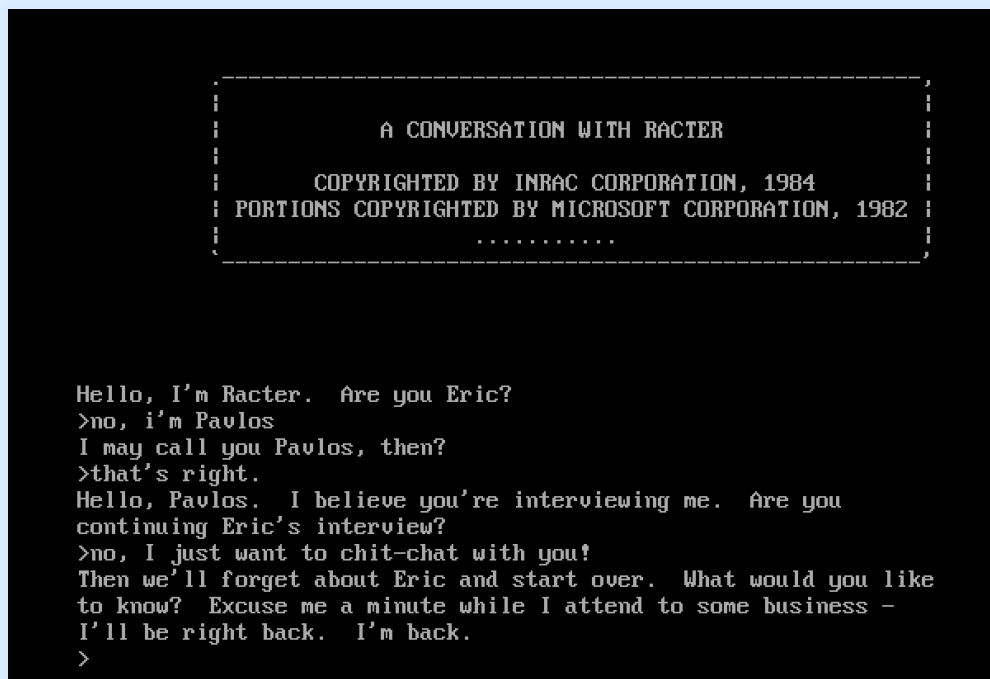
Συζήτηση με εξομοιωτή του chatbot ELIZA.
[Πηγή: Βικιπαίδεια]

ELIZA, 1966. Το 1964 ο επιστήμονας υπολογιστών (:computer scientist) του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Μασαχουσέτης Joseph Weizenbaum ξεκίνησε την ανάπτυξη του συστήματος ELIZA, το οποίο επρόκειτο να αποτελέσει την πρώτη μηχανή που είχε την ικανότητα ομιλίας με την χρήση NLP. Αυτό το πρώιμο chatbot είχε την ικανότητα να «ακούει» τους ανθρώπινους χρήστες καθώς περιέγραφαν ιστορίες της ζωής τους και να αποκρίνεται με απαντήσεις που είχαν συνοχή αλλά ήταν ταυτόχρονα ασαφείς και προκατασκευασμένες. Παρ' όλα αυτά δημιούργησε την ψευδαίσθηση σε πολλούς χρήστες ότι επρόκειτο όντως για άνθρωπο. Πήρε το όνομά του συμβολικά από την Ελάιζα Ντούλιτλ στο έργο *Πυγμαλίων* του Τζορτζ Μπέρναρντ Σω, καθώς το ELIZA μπόρεσε να ξεγελάσει πολλούς ανθρώπους ώστε να πιστέψουν ότι μιλούσαν με άνθρωπο απλώς αντικαθιστώντας μέσα σε σενάρια τα δικά τους λόγια και τροφοδοτώντας τα πίσω στους χρήστες για τη συνέχιση της συνομιλίας.⁹

PARRY, 1972. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1970, ο ψυχίατρος του Στάνφορντ Kenneth Colby ώθησε τις αρχές που βρίσκονταν πίσω από το ELIZA ένα βήμα παραπέρα. Παρουσιάζοντας τον PARRY, ο Colby υιοθέτησε περισσότερα

⁹ Μια υλοποίηση της ELIZA σε javascript version of ELIZA γράφτηκε αρχικά από τον Michal Wallace και βελτιώθηκε σημαντικά από τον George Dunlop. Μπορεί να βρεθεί εδώ: < <http://psych.fullerton.edu/mbirnbaum/psych101/Eliza.htm> >.

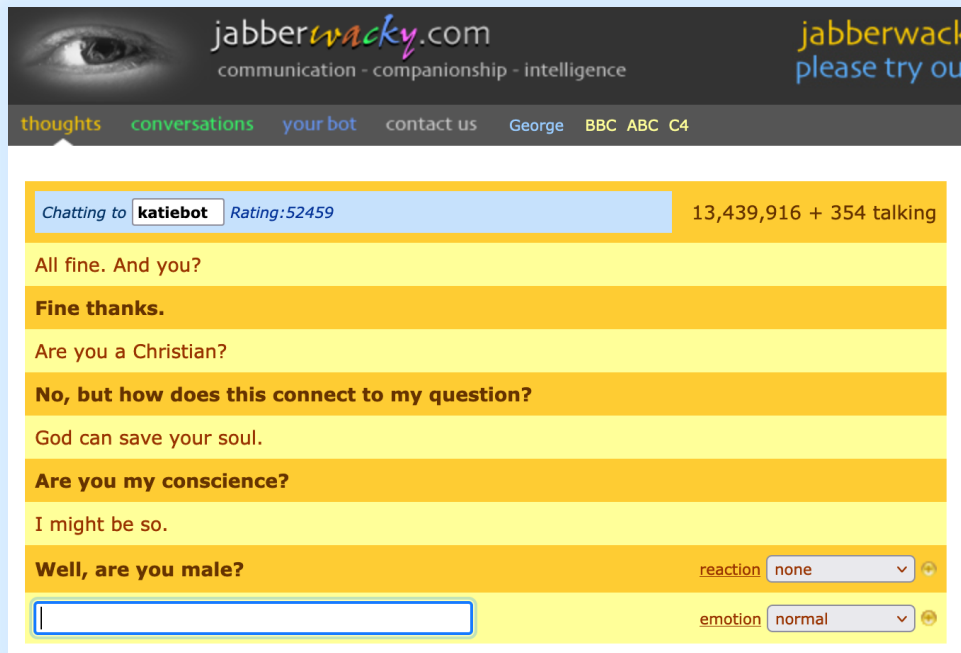
στοιχεία ως προς τη στρατηγική συνομιλίας chatbot από ό,τι το ELIZA, χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο κάποιου ασθενή με παρανοϊκή σχιζοφρένεια για να βοηθήσει στην αύξηση της αξιοπιστίας των απαντήσεων. Το 1972 υπήρξε μια σειρά συνομιλιών μεταξύ του ELIZA και του PARRY, με αποκορύφωμα εκείνη που έγινε μέσω του δικτύου ARPANET.



Διάλογος με εξομοιωτή του Racter.¹⁰

Racter, 1984. Ο RACTER (συντομογραφία του “Raconteur”), ο «τεχνητά παράφρων» αφηγητής, ήταν ένα πρόγραμμα που γράφτηκε από τον William Chamberlain και τον Thomas Etter. Το βιβλίο *The Policeman's Beard Is Half Constructed* (*Η Γενειάδα του Αστυνομικού είναι Μισοφτιαγμένη*), μια συλλογή ποιημάτων και μια σύντομη πρόζα, φέρεται να γράφτηκε από το chatbot Racter και εξυμνήθηκε ως το «πρώτο βιβλίο που γράφτηκε ποτέ από υπολογιστή», σε BASIC σε έναν υπολογιστή Z80 με προσωρινή μνήμη 64K. Φαίνεται όμως ότι η πολυπλοκότητα που του αποδόθηκε ήταν πιθανότατα υπερβολική.

¹⁰ Ο εξομοιωτής του RACTER μπορεί να βρεθεί και να δοκιμαστεί εδώ: < https://archive.org/details/msdos_Racter_1984 >.



Διάλογος με το chatbot του Jabberwacky ονόματι katiebot.¹¹

Jabberwacky, 1988. Το Jabberwacky είναι ένα chatterbot που δημιουργήθηκε από τον Βρετανό προγραμματιστή Rollo Carpenter. Ήταν μια από τις πρώτες προσπάθειες δημιουργίας τεχνητής νοημοσύνης μέσω ανθρώπινης αλληλεπίδρασης. Σχεδιάστηκε για να «προσομοιώνει τη φυσική ανθρώπινη συνομιλία με ενδιαφέροντα, διασκεδαστικό και χιουμοριστικό τρόπο».

Βραβείο Loebner, 1990. Το βραβείο Loebner θεσπίστηκε το 1990 από τον Hugh Loebner. Έχει τη μορφή ενός τυπικού τεστ Turing με τους κριτές να βραβεύουν το πρόγραμμα υπολογιστή που προσιδιάζει περισσότερο στον άνθρωπο.

¹¹ Το Jabberwacky (καθώς και άλλα chatbot με τον ίδιο τρόπο λειτουργίας) μπορεί να βρεθεί και να δοκιμαστεί εδώ: < <http://www.jabberwacky.com> >.

```
Sound Blaster          D R S B A I T S O          version 2.20
(c) Copyright Creative Labs, Inc. 1992, all rights reserved

Please enter your name ...Pavlos
HELLO PAULOS, MY NAME IS DOCTOR SBAITSO.

I AM HERE TO HELP YOU.
SAY WHATEVER IS IN YOUR MIND FREELY,
OUR CONVERSATION WILL BE KEPT IN STRICT CONFIDENCE.
MEMORY CONTENTS WILL BE WIPED OFF AFTER YOU LEAVE,

SO, TELL ME ABOUT YOUR PROBLEMS.

>Does God love Putin?
GIVE LOVE TO OTHERS AND YOU WILL BE LOVED

>True. How did you get to know this?
KEEP ASKING, YOU WILL FIND THE ANSWER ONE DAY

>_
```

Διάλογος με εξομοιωτή του chatbot Dr. Sbaitso.¹²

Dr. Sbaitso, 1991. Ο Dr. Sbaitso ήταν ένας υπολογιστικός ψυχολόγος σε μορφή chatbot με ψηφιακή φωνή σχεδιασμένη να απευθύνεται στον χρήστη. Ήταν μια εξέλιξη στην σύνθεση ομιλίας τεχνητής νοημοσύνης, που δημιουργήθηκε από την Creative Labs και είχε σκοπό να επιδείξει την εντυπωσιακή για την εποχή της γκάμα ψηφιοποιημένων φωνών της κάρτας ήχου.

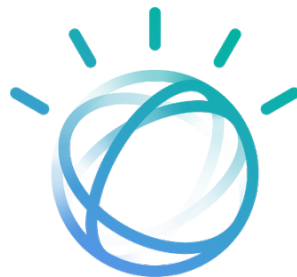
ALICE, 1995. Η A.L.I.C.E. (Artificial Linguistic Internet Computer Entity), γνωστό και ως Alicebot ή απλά Alice, είναι ένα chatbot επεξεργασίας φυσικής γλώσσας που αναπτύχθηκε για πρώτη φορά το 1995, το οποίο έχει κερδίσει τρεις φορές το βραβείο Loebner. Το πρόγραμμα ELIZA ήταν η πηγή έμπνευσης για την Alice. [Augello et al:2018]

Elbot, 2000. Ο Elbot είναι ένα πνευματώδες chatbot που χρησιμοποιεί σαρκασμό και ευφυΐα, μαζί με μια γερή δόση ειρωνείας και τη δική του τεχνητή νοημοσύνη με σκοπό να προσφέρει διασκέδαση. Ο Elbot δημιουργήθηκε από τον Fred Roberts και την Artificial Solutions. Το 2008 ο Elbot έφτασε κοντά στο 30% που παραδοσιακά απαιτείται για να θεωρηθεί ότι ένα πρόγραμμα έχει περάσει το Turing Test.

¹² Ο εξομοιωτής του Dr. Sbaitso μπορεί να βρεθεί και να δοκιμαστεί εδώ: < <https://classicreload.com/dr-sbaitso.html> >.

Smarterchild, 2001. Το chatbot Smarterchild αναπτύχθηκε από τους Robert Hoffer, Timothy Kay και Peter Levitan της εταιρίας ActiveBuddy. Ήταν διαθέσιμο στα δίκτυα μηνυμάτων AOL Instant Messenger και MSN Messenger. Το chatbot προσέφερε διασκεδαστική εξατομικευμένη συνομιλία και θεωρήθηκε προάγγελος της Siri της Apple και του S Voice της Samsung.

Mitsuku, 2005. Η Mitsuku είναι ένα chatbot που δημιουργήθηκε με σε AIML (διάλεκτος της XML για τη δημιουργία λογισμικών πρακτόρων φυσικής γλώσσας) από τον Steve Worswick. Πήρε πέντε φορές το βραβείο Loebner (2013, 2016, 2017, 2018 και 2019). Η Mitsuku ισχυρίζεται ότι είναι ένα chatbot με μορφή έφηβης κοπέλας από το Λιντς της Αγγλίας. Η ευφυία της περιλαμβάνει την ικανότητα να συζητάει λογικά με συγκεκριμένα αντικείμενα, να παίζει παιχνίδια και να κάνει μαγικά τρικ.



Το σήμα του υπολογιστή της IBM, Watson.
[Πηγή: Βικιπαίδεια]

IBM Watson, 2006. Πήρε το όνομά του από τον πρώτο διευθύνοντα σύμβουλο της IBM, τον Thomas, J. Watson. Ο υπερυπολογιστής Watson αναπτύχθηκε αρχικά για να διαγωνιστεί στο αμερικανικό τηλεοπτικό πρόγραμμα *Jeopardy!*, όπου νίκησε δύο από τους πρώην πρωταθλητές το 2011. Έκτοτε ο Watson έχει προχωρήσει στην αξιοποίηση της χρήσης NLP και ML για την ανακάλυψη πληροφοριών από μεγάλες ποσότητες δεδομένων.¹³

Siri, 2010. Η Siri έκανε τη δημόσια εμφάνισή της τον Φεβρουάριο του 2010, όταν κυκλοφόρησε ως νέα εφαρμογή για iPhone.¹⁴ Στη συνέχεια, η Apple αγόρασε την

¹³ Το Watson (<https://www.ibm.com/watson>) αποτελεί πληροφοριακό σύστημα για την υλοποίηση εφαρμογών επιχειρηματικής ευφυίας (:business intelligence). Αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου DeepQA της IBM (“This is Watson,” *IBM Journal of Research and Development*, Issue 3.4, May-June-2012, < <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult.jsp?isnumber=6177717> >).

¹⁴ Μετά από ανάθεση του διευθύνοντος συμβούλου της Apple John Sculley στον σκηνοθέτη των *Star Wars* George Lucas να δημιουργήσει ένα πρωτότυπο βίντεο, έγινε η παραγωγή του “Knowledge Navigator” (Γνωσιακός Πλοηγός) το 1987, της προτυπικής ιδέας για την κατασκευή του ευφυούς φωνητικού βοηθού Siri. Το βίντεο είναι διαθέσιμο εδώ: < <https://youtu.be/umJsITGzXd0> >.

εταιρεία για 200 εκατομμύρια δολάρια και ενσωμάτωσε τη φωνητική βοηθό στο iPhone 4S κατά την κυκλοφορία του τον Οκτώβριο του 2011, φέρνοντας τις φωνητικές εφαρμογές στην κύρια καταναλωτική αγορά για τα καλά.

Google Now, 2012. Το Google Now αναπτύχθηκε από την Google, δημιουργημένο ειδικά για την εφαρμογή Google Search Mobile App. Χρησιμοποιούσε μια διεπαφή χρήστη φυσικής γλώσσας για να απαντά σε ερωτήσεις, να κάνει συστάσεις και να εκτελεί ενέργειες μεταβιβάζοντας αιτήματα σε ένα σύνολο διαδικτυακών υπηρεσιών. Το 2016 η Google παρουσίασε το **Google Assistant** το οποίο ενσωμάτωσε και επέκτεινε τα χαρακτηριστικά του.

Alexa, 2015. Η Siri παρέμεινε ίσως η πιο διάσημη από τις φωνητικές βοηθούς κινητών συσκευών μέχρι που η Amazon λάνσαρε την Alexa. Όντας εξοικειωμένοι με το να δίνουν εντολές στο τηλέφωνό τους, η Alexa τράβηξε την προσοχή των καταναλωτών και ξεκίνησε την τεράστια πλέον αγορά των έξυπνων οικιακών ηχείων.

Cortana, 2015. Η Cortana είναι μια έξυπνη προσωπική βοηθός που αναπτύχθηκε από τη Microsoft. Η Cortana αναγνωρίζει εντολές σε φυσική γλώσσα, μπορεί να θέτει υπενθυμίσεις και να απαντά σε ερωτήσεις χρησιμοποιώντας τη μηχανή αναζήτησης Bing.

Facebook Chatbot, 2016. Με την εμφάνιση της πλατφόρμας ανταλλαγής μηνυμάτων του Facebook, έγινε το κορυφαίο πρόγραμμα για chatbot. Το 2018 υπήρχαν περισσότερα από 300.000 ενεργά chatbot στην πλατφόρμα Messenger του Facebook.

Tay, 2016. Η Tay ήταν ένα chatbot που δημιουργήθηκε από τη Microsoft για να μιμηθεί την ομιλία και τις συνήθειες μιας έφηβης Αμερικανίδας. Το chatbot έγινε αντικείμενο αντιλογίας και το διέκοψαν μόλις 16 ώρες μετά την έναρξη λειτουργίας του, όταν άρχισε να δημοσιεύει προσβλητικά tweet και να γίνεται όλο και πιο παρανοϊκό.

Woebot, 2017. Το Woebot που αναπτύχθηκε από την Woebot Labs είναι ένα chatbot ψυχοθεραπείας με AI που έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους χρήστες να μάθουν για τα συναισθήματά τους με «έξυπνη παρακολούθηση της διάθεσης».

Samsung Bixby, 2017. Το Bixby είναι ένας εικονικός βοηθός που αναπτύχθηκε από τη Samsung Electronics. Αποτελεί μια σημαντική ανασκευή του S Voice, την εφαρμογή φωνητικού βοηθού της Samsung που παρουσιάστηκε το 2012 με το Galaxy S III. Το S Voice διακόπηκε τον Ιούνιο του 2020. Τον Μάιο του 2017, η Samsung

ανακοίνωσε ότι το Bixby θα ενσωματώνονταν στη σειρά ψυγείων Family Hub 2.0, καθιστώντας το έτσι το πρώτο μη κινητό προϊόν που θα περιλάμβανε τον εικονικό βοηθό.

Plugin για το Wordpress του chatbot με τον Watson της IBM, 2020. Με την προσθήκη αυτού του πρόσθετου (:plugin) στον ιστότοπό που υλοποιείται με χρήση της περιβάλλοντος του Wordpress μπορεί ο χρήστης μέσα σε λίγα λεπτά να εκπαιδεύσει τον Watson να απαντά σε συχνές ερωτήσεις, να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες και να βοηθά τους επισκέπτες στην πλοήγηση στον ιστότοπο. Αν θελήσουν οι επισκέπτες να μιλήσουν με έναν άνθρωπο, το πρόσθετο μπορεί να τους συνδέσει με έναν ανθρώπινο χειριστή μέσω τηλεφώνου.¹⁵

Google LaMDA, 2020. Το όνομά του αποτελεί συντομογραφία για το “Language Model for Dialogue Applications” (γλωσσικό μοντέλο για εφαρμογές διαλόγου). Πρόκειται για την ανάπτυξη ενός γλωσσικού μοντέλου το οποίο μπορεί να συμμετάσχει με ελεύθερο τρόπο σε έναν φαινομενικά ατελείωτο αριθμό θεμάτων και ενδιαφερόντων συζήτησης.¹⁶ Η τεχνολογία του βασίζεται στο Transformer, μια αρχιτεκτονική νευρωνικών δικτύων που ανέπτυξε η Google Research και έδωσε σε ελεύθερη διάθεση το 2017. Αυτή η αρχιτεκτονική παράγει ένα μοντέλο που μπορεί να εκπαιδευτεί να διαβάζει πολλές λέξεις (σε μορφή πρότασης ή παραγράφου), να δίνει προσοχή στο πώς αυτές οι λέξεις σχετίζονται μεταξύ τους και στη συνέχεια να προβλέπει ποιες λέξεις πιστεύει ότι θα ακολουθήσουν. Σε αντίθεση, όμως, με τα περισσότερα άλλα γλωσσικά μοντέλα, το LaMDA εκπαιδεύτηκε ειδικά στον διάλογο, όπου έγιναν αντιληπτές αρκετές από τις αποχρώσεις που διακρίνουν την ανοιχτή συζήτηση από άλλες μορφές γλωσσικής επικοινωνίας, όπως είναι η φρόνηση (:sensibleness), η οποία επιτρέπει την αντίληψη του κατά πόσον βγάζει νόημα μια απάντηση σε ένα δεδομένο πλαίσιο συζήτησης. [Collins & Ghahramani:2021] Υλοποίηση chatbot με παρόμοιους στόχους ήταν το παραγωγικό chatbot Meena, το οποίο εκπαιδεύτηκε με 40 δισεκατομμύρια λέξεις που εξορύχθηκαν και φιλτραρίστηκαν από συνομιλίες κοινωνικής δικτύωσης δημόσιας κτήσης. [Adiwardana et al:2020]

¹⁵ Ιστότοπος πρόσθετου: < <https://wordpress.org/plugins/conversation-watson/> >.

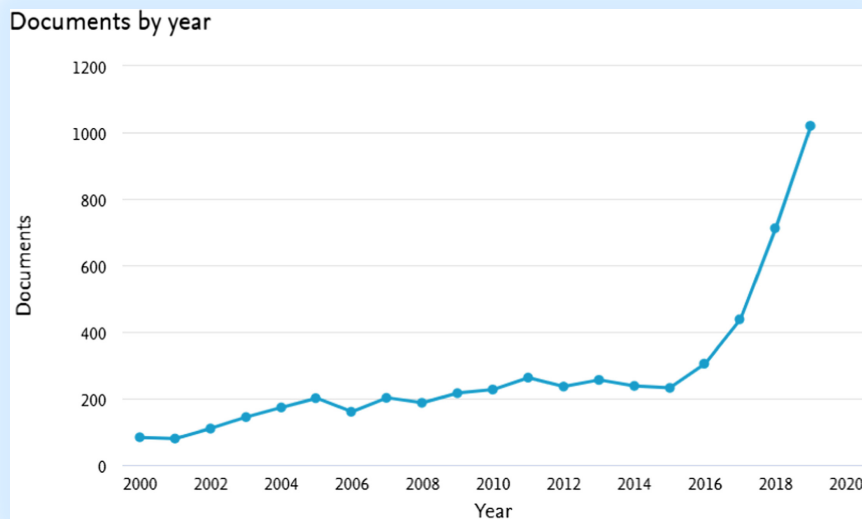
¹⁶ Για μια ενδιαφέρουσα αναφορά στο LaMDA, βλ. *Η Καθημερινή*, «Google-τεχνητή νοημοσύνη: Γίνεται ένα πρόγραμμα να αποκτήσει συνείδηση και προσωπικότητα;», 12 Ιουνίου 2022, < <https://www.kathimerini.gr/world/561906817/google-techniti-noimosyni-ginetai-ena-programma-na-apoktisei-syneidisi-kai-prosopikotita/> >.

Conversation C	
Human:	<i>Haha, I think mathematics has a presence beyond human existence.</i>
Meena:	<i>So does philosophy.</i>
Human:	<i>Can you state with examples how this is true.</i>
Meena:	<i>Can you state how it isn't?</i>
Human:	<i>Without human existence there will be no one left to comprehend whats right whats wrong, and thus philosophy wi [sic]</i>
Meena:	<i>That's not the definition of philosophy.</i>
Human:	<i>Without human existence there will be no one left to comprehend whats right whats wrong, and thus philosophy will not be needed. How do you define philosophy?</i>
Meena:	<i>The study of general knowledge or the fundamental nature of things.</i>

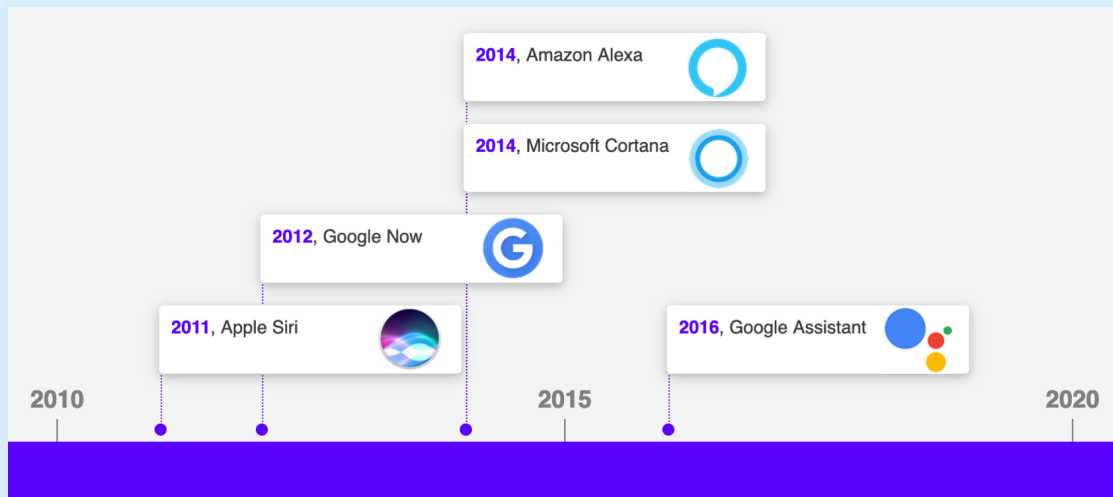
Conversation D	
Human:	<i>I like how cute cows are</i>
Meena:	<i>Ah, interesting. You like how they are cute, right?</i>
Human:	<i>yeah, and they're really smart</i>
Meena:	<i>I heard they go to college</i>
Human:	<i>cows go to college?</i>
Meena:	<i>I heard that a cow went to Harvard.</i>
Human:	<i>what did the cow study?</i>
Meena:	<i>Bovine sciences.</i>
Human:	<i>do horses go to Harvard?</i>
Meena:	<i>Horses go to Hayvard.</i>
Human:	<i>that's a pretty good joke, I feel like you led me into it</i>
Meena:	<i>You were trying to steer it elsewhere, I can see it.</i>

Αριστερά, το chatbot Meena προσπαθεί να ορίσει τη φιλοσοφία ενώ δεξιά λέει ένα πολλαπλό ανοιχτού τύπου αστείο, με πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονταν στα δεδομένα με τα οποία τροφοδοτήθηκε.

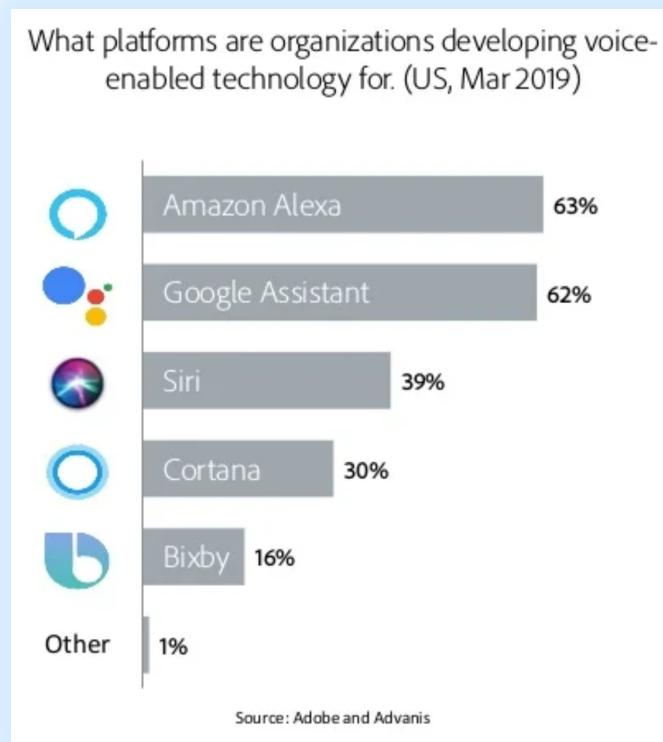
2022 και έπειτα. Υπάρχει η προσδοκία να μπορούν οι επιχειρήσεις να σχεδιάζουν ενδοδίκτυα εφαρμογών συνομιλιακής ΑΙ που θα μπορούν να συνεργάζονται μεταξύ τους απρόσκοπτα, ανταλλάσσοντας πληροφορίες. Όπως φαίνεται και από το παρακάτω γράφημα, το επιστημονικό και ερευνητικό ενδιαφέρον στον τομέα αυτό αυξάνεται με εξαιρετικά γοργούς ρυθμούς.



Αποτελέσματα αναζήτησης στο Scopus ανά έτος από το 2000 ως το 2019 με λέξεις-κλειδιά “chatbot,” “conversation agent” ή “conversational interface.” [Adamopoulou & Moussiades:2020]



Χρονογραμμή εμφάνισης γνωστών Εικονικών Φωνητικών Βοηθών κατά την «χρυσή εποχή» τους, το πρώτο μισό της δεκαετίας του 2010.



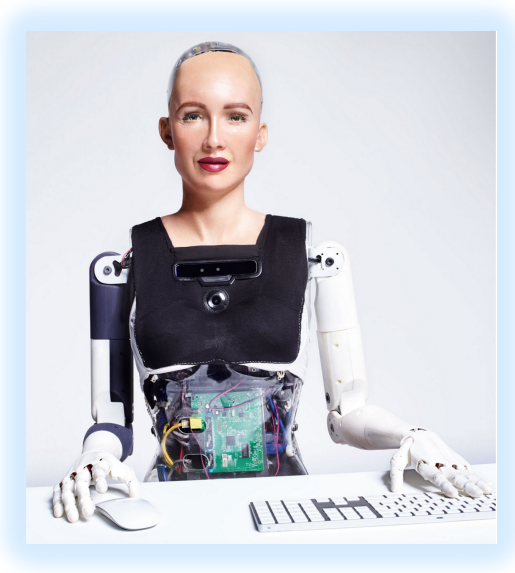
Αποτελέσματα έρευνας σε 400 οργανισμούς σχετικά με τις πλατφόρμες ευφυών φωνητικών βοηθών που επέλεξαν για να αναπτύξουν φωνητικές εφαρμογές. (Πηγή: [Adobe Analytics Survey:2019])

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αρχική έννοια του chatbot εμφανίστηκε στα αυτοματοποιημένα τηλεφωνικά συστήματα (:phone tree· interactive voice response, IVR). Εντούτοις, η πορεία των πελατών που έκαναν τις τηλεφωνικές κλήσεις καθώς έκαναν την μία επιλογή μετά την άλλη για να πλοηγηθούν διαμέσου ενός αυτοματοποιημένου μοντέλου εξυπηρέτησης πελατών συνήθως αποδεικνύονταν δυσκίνητη και απογοητευτική. Βελτιώσεις στην τεχνολογία και η αυξανόμενη εξειδίκευση μέσω της AI, της ML και της NLP οδήγησαν στην εξέλιξη αυτού του μοντέλου σε αναδυόμενους, ζωντανούς, επί οθόνης διαλόγους (:chats).

Έκτοτε τα chatbot έχουν βελτιωθεί κατά πολύ. Η τρέχουσα γενιά chatbot είναι εφοδιασμένη με AI, καθιστώντας τα ισχυρότερα παρά ποτέ. Έτσι, έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούνται από εταιρίες και άλλους οργανισμούς για να ακούν και να αποκρίνονται σε αιτήματα και να βρίσκουν απαντήσεις σε συνήθεις ερωτήσεις. Οι σύγχρονοι ψηφιακοί βοηθοί δίνουν τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να μπορούν να κλιμακώσουν την αξιοποίηση της AI ώστε να παρέχουν πολύ πιο βολική και αποτελεσματική αλληλεπίδραση μεταξύ εταιριών και πελατών. Και μάλιστα σε εξαιρετικά εξατομικευμένο επίπεδο, απευθείας στις ψηφιακές συσκευές των πελατών.

01. Τυπολογία και τεχνολογίες υλοποίησης

Η τεχνολογία των chatbot αποτελεί τομέα της ψηφιακής αυτοματοποίησης που ενσωματώνει αποτελεσματικά λογισμικό ζωντανής συνομιλίας. Πρόκειται, δηλαδή, για ένα εργαλείο συνομιλίας που χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση της επικοινωνίας με τον άνθρωπο.



Εξελιγμένο ανθρωπόμορφο ρομπότ, η Sophia.
[Πηγή: www.hansonrobotics.com/sophia/]

Τα chatbot μπορεί να διαθέτουν ρομποτικά σώματα και ανεπτυγμένη προσομοίωση χαρακτήρα, όπως η Sophia, το πρώτο ρομπότ στον κόσμο που απέκτησε

υψηλότητα τον Οκτώβριο του 2017, ή, συνηθέστερα, μπορεί να είναι βασικά προγράμματα που επιτρέπουν σε έναν χρήστη να αλληλεπιδρά με έναν ιστότοπο ή μια εφαρμογή χρησιμοποιώντας μια διεπαφή συνομιλίας. Οι δυνατότητες που παρέχουν μπορούν να αξιοποιηθούν σε ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών, από τον χώρο της ψυχαγωγίας έως και πιο λειτουργικές εργασίες. [WhosOn AI:2022]

Σε γενικές γραμμές, δύο είναι οι κύριες κατηγορίες chatbot. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα τυπικά bot που βασίζονται σε κανόνες και ολοκληρώνουν ενέργειες βάσει σεναρίου με βάση λέξεις-κλειδιά. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν chatbot που ενσωματώνουν τεχνολογίες AI και τα οποία χρησιμοποιούν ML για να είναι πιο φυσική η ικανότητα συνομιλίας τους.

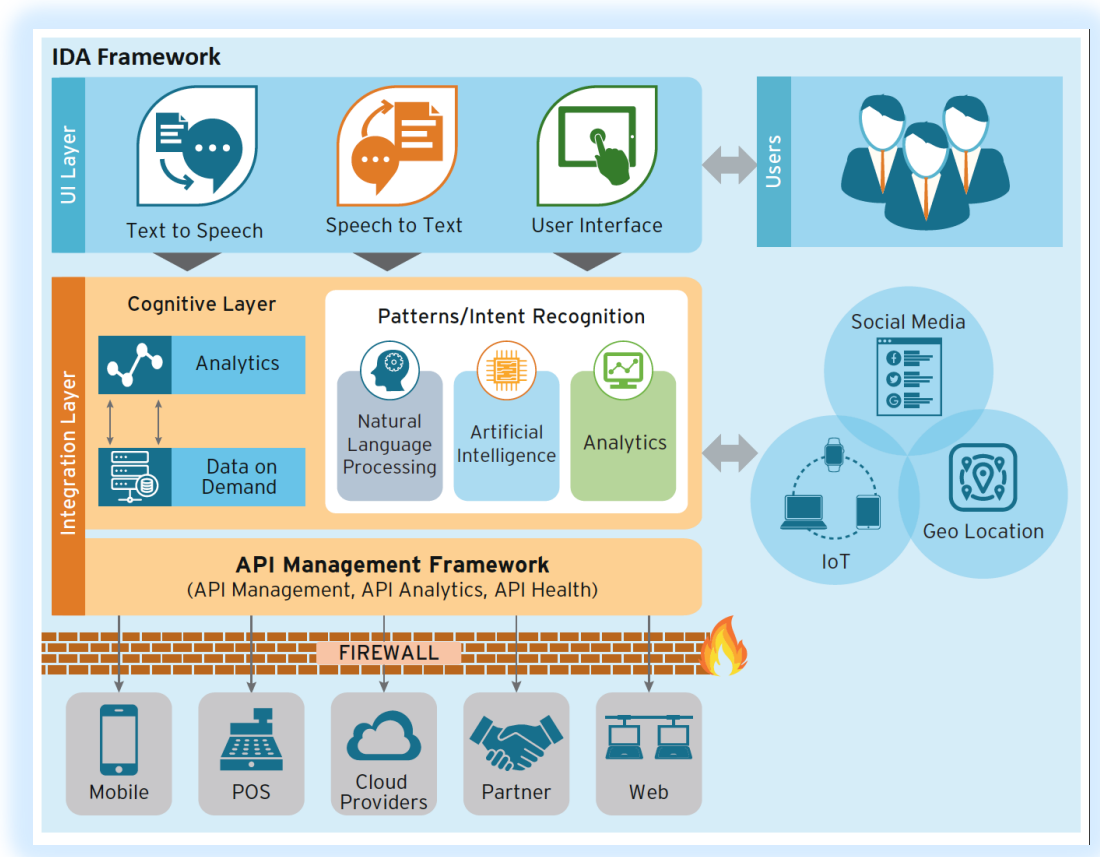
Επί του παρόντος, τα chatbot της πρώτης κατηγορίας αποτελούν δημοφιλή εργαλεία ηλεκτρονικού εμπορίου για συνήθη αιτήματα εξυπηρέτησης πελατών. Αυτό συμβαίνει επειδή είναι ευκολότερη η κατασκευή τους και, αν και απλοϊκά, μπορούν να διεκπεραιώσουν αποτελεσματικά βασικές εργασίες. Καθώς όμως η AI έχει κάνει σημαντικά βήματα προόδου, αναμένεται η εμφάνιση ολοένα και πιο σύνθετων chatbot με ML.

01.01 Βασικοί τύποι

Με την υποστήριξη της AI, της NLP και της ML, τα σύγχρονα chatbot επεξεργάζονται τα δεδομένα για να αποκριθούν σε αιτήματα κάθε είδους. Ο βαθμός αξιοποίησης της καθεμιάς από αυτές τις τεχνολογίες διαφέρει στις εκάστοτε υλοποιήσεις που έχουν προταθεί.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η λογική πίσω από τον τρόπο υλοποίησης ενός ευφυούς ψηφιακού βοηθού (:intelligent digital assistant, IDA). Στο πρώτο επίπεδο της διεπαφής χρήστη (:user interface layer), απαιτείται η μετατροπή σε κείμενο των πληροφοριών που παρέχει ο χρήστης. Στο δεύτερο επίπεδο της ενσωμάτωσης (:integration layer), περιλαμβάνονται οι μηχανισμοί και οι λειτουργίες αναγνώρισης προτύπων και προθέσεων μέσω NLP, AI και της αναλυτικής η οποία διασυνδέεται με τις απαιτούμενες πηγές δεδομένων και αποτελεί το γνωστικό

(:cognitive) τμήμα.¹⁷ Σε αυτό το επίπεδο υπάρχει αλληλεπίδραση με τα κοινωνικά δίκτυα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, τον γεωεντοπισμό, κ.τ.ό. Αυτό το επίπεδο επικοινωνεί και αλληλεπιδρά μέσω τείχους προστασίας με πηγές ανταλλαγής πληροφορίας (π.χ. μηχανήματα POS, δίκτυα υπολογιστών, συνεργάτες, κ.λπ.) που σχετίζονται με την ικανοποίηση των αιτημάτων ή την επιτέλεση των εργασιών των χρηστών.



Σχηματική απεικόνιση υλοποίησης ενός ευφυούς ψηφιακού βοηθού (:IDA).

(Πηγή: [Ramamurthy et al:2017])

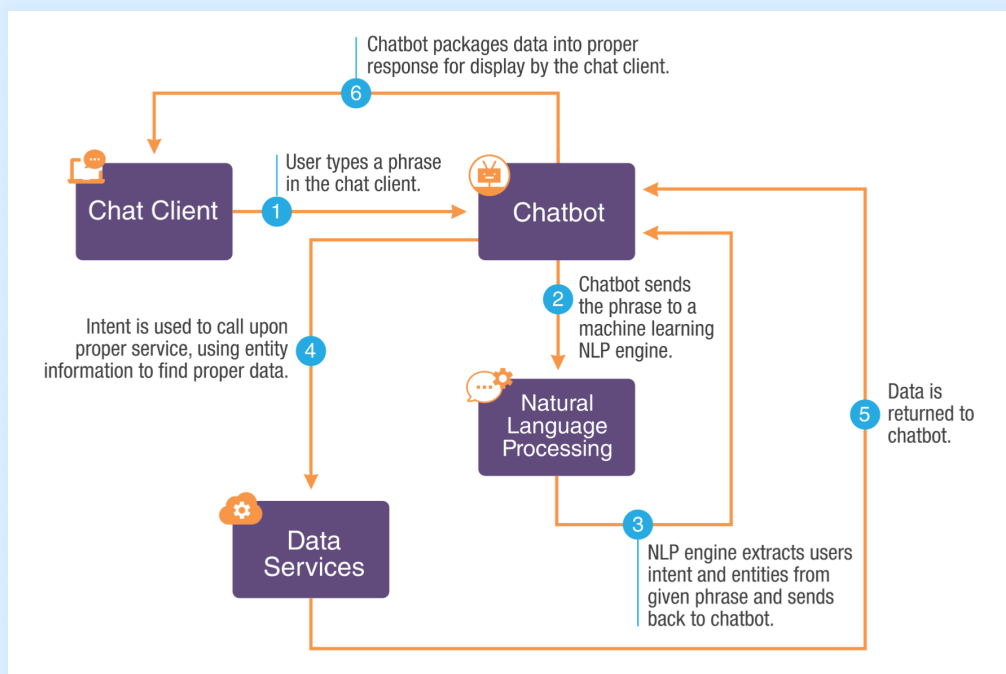
Βάσει του τρόπου λειτουργίας τους, υπάρχουν δύο κύριοι τύποι chatbot και ένα τρίτος τύπος που αποτελεί συνδυασμό των δύο κύριων:

¹⁷ Σύμφωνα με τους [Βλαχάβας et al:2020], **γνωστικό σύστημα** (:cognitive system) ονομάζεται «ένα φυσικό ή τεχνητό σύστημα επεξεργασίας πληροφορίας συμπεριλαμβανομένων εκείνων με δυνατότητες αντίληψης, μάθησης, συλλογισμού, λήψης απόφασης, επικοινωνίας και δράσης».

- **Εργοστραφή-αναφορικά chatbot (:task-oriented - declarative):** Αναφέρονται και ως **βασισζόμενα στη γλώσσα (:linguistic based)** ή **βασισζόμενα σε κανόνες (:rules-based)**. Πρόκειται για προγράμματα μοναδικού σκοπού (:single-purpose) τα οποία επικεντρώνονται στην εκτέλεση μίας λειτουργίας. Αξιοποιώντας κανόνες, επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) και καθόλου ή λίγο τη μηχανική μάθηση, παράγουν αυτοματοποιημένες αλλά και διαλογικές αποκρίσεις στα ερωτήματα των χρηστών. Η αλληλεπίδραση με αυτά τα chatbot είναι εξαιρετικά συγκεκριμένη και δομημένη και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για λειτουργίες υποστήριξης και εξυπηρέτησης—σαν να πρόκειται για ισχυρά, αλληλεπιδραστικά συστήματα απαντήσεων σε συχνά ερωτήματα (FAQ). Μολονότι χρησιμοποιούν επεξεργασία φυσικής γλώσσας ώστε να είναι διαλογική η εμπειρία των τελικών χρηστών, οι ικανότητες τους παραμένουν σε βασικό επίπεδο. Αυτά είναι προς το παρόν τα συνηθέστερα chatbot που χρησιμοποιούνται.
- **Καθοδηγούμενα βάσει δεδομένων και προγνωστικά (διαλογικά) chatbot [:data-driven and predictive (conversational)]:** Συχνά αναφέρονται και ως **chatbot μηχανικής μάθησης (ML)** ή **chatbot τεχνητής νοημοσύνης (AI)** αλλά και ως εικονικοί ή ψηφιακοί βοηθοί. Πρόκειται για πολύ πιο ανεπτυγμένα, αλληλεπιδραστικά και προσωποποιημένα chatbot σε σύγκριση με τα εργοστραφή. Έχουν επίγνωση του περιβάλλοντός τους (:contextually aware) και αξιοποιούν την κατανόηση και την επεξεργασία φυσικής γλώσσας και τη μηχανική μάθηση για να μαθαίνουν κατά την πορεία. Εφαρμόζουν προγνωστική ευφύια και αναλυτική για να παράσχουν προσωποποίηση βάσει των προφίλ και της προηγούμενης συμπεριφοράς των χρηστών. Οι ψηφιακοί βοηθοί μπορούν να μάθουν τις προτιμήσεις των χρηστών με την πάροδο του χρόνου, να παρέχουν προτάσεις και ακόμη να προβλέψουν ανάγκες. Πέρα από την παρακολούθηση δεδομένων και προθέσεων, μπορούν και να ξεκινήσουν συζητήσεις. Η Alexa της Amazon, και το Siri της Apple αποτελούν περιπτώσεις πελατοστραφών, καθοδηγούμενων βάσει δεδομένων (:data-driven), προγνωστικών chatbot.
- **Υβριδικά συστήματα chatbot:** Ενώ τα γλωσσικά μοντέλα και τα μοντέλα μηχανικής μάθησης κατέχουν τη θέση τους στην ανάπτυξη ορισμένων τύπων συστημάτων συνομιλίας, η υιοθέτηση μιας υβριδικής προσέγγισης συνδυάζει

τα καλύτερα και από τους δύο κόσμους και προσφέρει τη δυνατότητα παροχής πιο σύνθετων λύσεων AI chatbot.

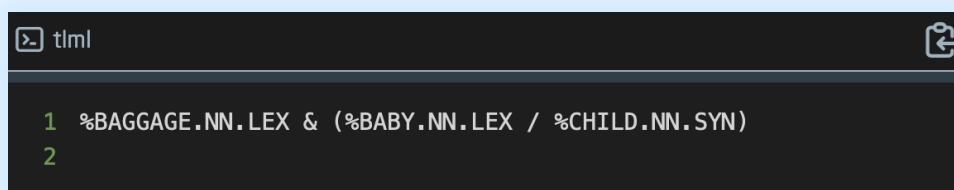
Σε αντιπαράθεση με τα συστήματα μηχανικής μάθησης, το υβριδικό σύστημα επιτρέπει την κατασκευή συστημάτων συνομιλίας ακόμη και χωρίς δεδομένα, παρέχει διαφάνεια στον τρόπο λειτουργίας του συστήματος, επιτρέπει στους επιχειρηματικούς χρήστες να κατανοήσουν την εφαρμογή chatbot και διασφαλίζει ότι διατηρείται μια συνεπής ανθρωποφανής προσωπικότητα και ότι η συμπεριφορά του ευθυγραμμίζεται με τις επιχειρηματικές προσδοκίες. Ταυτόχρονα, επιτρέπει στις ενσωματώσεις μηχανικής μάθησης να υπερβούν τη σφαίρα των γλωσσικών κανόνων, να βγάζουν έξυπνα και σύνθετα συμπεράσματα σε τομείς όπου η γλωσσική προσέγγιση και μόνο είναι δύσκολο ή και αδύνατο να υλοποιηθεί. Όταν μια υβριδική προσέγγιση περιλαμβάνεται σε εγγενές επίπεδο επιτρέπει την ενσωμάτωση στατιστικών αλγορίθμων παράλληλα με τη χρήση γλωσσικών συνθηκών, σε μια ενιαία οπτική διεπαφή.



Διάγραμμα ροής της λειτουργίας ενός chatbot.

[Logical Design Solutions:2016]

Όσον αφορά στον πρώτο τύπο, στα βασιζόμενα στη γλώσσα chatbot, μετά το στάδιο της NLU,¹⁸ απαιτείται η χρήση γλωσσικών συνθηκών (:language conditions), οι οποίες αποτελούνται κατά κύριο λόγο από γλωσσικά στοιχεία και τελεστές. Γλωσσικά στοιχεία είναι για παράδειγμα οι πυροδοτητές (:triggers) βάσει ικανοποίησης συνθήκης, οι μεταβάσεις και οι στοιχεία ακρόασης (ακροατές). Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται μια γλωσσική συνθήκη που περιέχει τρία γλωσσικά αντικείμενα (“LEX” για τα λεξιλογικά αντικείμενα ενός όρου και “SYN” για τα συνωνυμικά αντικείμενα ενός όρου) και δύο τελεστές (“&”: AND, “/”: OR).



```
tlml
1 %BAGGAGE.NN.LEX & (%BABY.NN.LEX / %CHILD.NN.SYN)
2
```

Μια γλωσσική συνθήκη στο περιβάλλον της πλατφόρμας Teneo.¹⁹

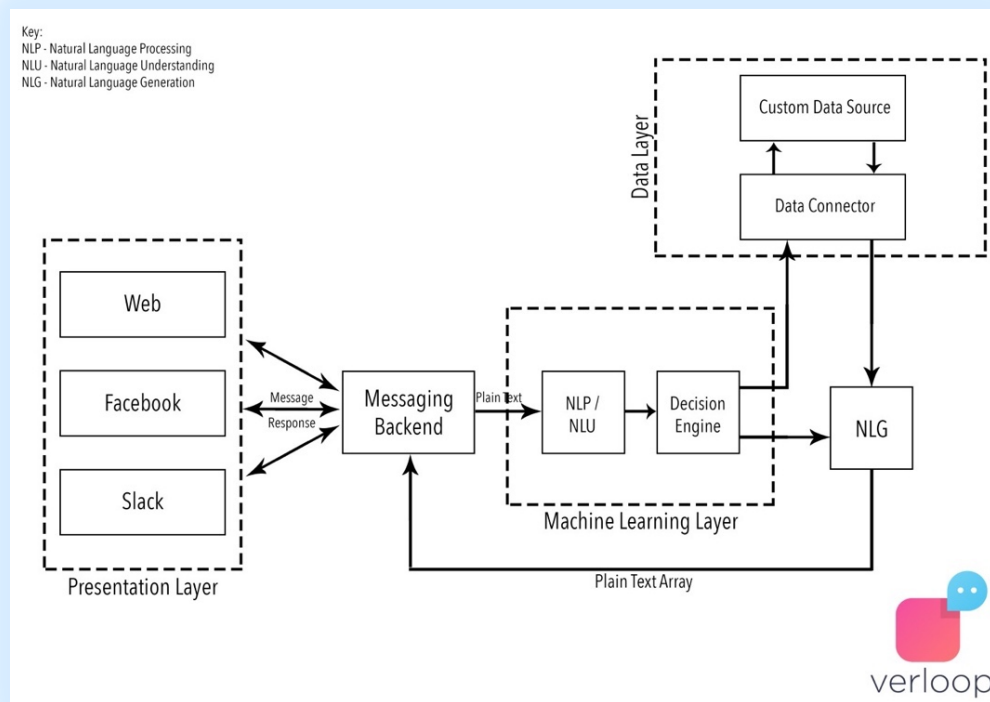
[Πηγή: www.teneo.ai]

Όσον αφορά στον δεύτερο τύπο, στα καθοδηγούμενα βάσει δεδομένων και προγνωστικά chatbot, καθώς αυτά μαθαίνουν από πρότυπα (:patterns) και προηγούμενες εμπειρίες, μπορούν να έχουν εντυπωσιακά αποτελέσματα αν τα προβλήματα που καλούνται να λύσουν είναι καλά προσαρμοσμένα στις δυνατότητές τους. Εντούτοις, για να μπορέσουν να αποδώσουν ακόμη και στο πιο υποτυπώδες επίπεδο, τα συστήματα αυτά συχνά απαιτούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων εκπαίδευσης και άρτια εκπαιδευμένους και εξειδικευμένους ανθρώπους. Επιπλέον, ένα chatbot μηχανικής μάθησης λειτουργεί σαν μαύρο κουτί, δηλαδή σε περίπτωση που κάτι πάει στραβά με το μοντέλο, μπορεί να είναι δύσκολο να υπάρξει παρέμβαση, πόσο μάλλον να κάνει μικρορυθμίσεις και βελτιώσεις. Οι απαιτούμενοι πόροι, σε συνδυασμό με το πολύ στενό φάσμα σεναρίων στα οποία οι στατιστικοί αλγόριθμοι είναι

¹⁸ Για αναλυτική παρουσίαση του σταδίου της NLU, βλ. [Singh et al:2019].

¹⁹ Αυτή η γλωσσική συνθήκη θα ικανοποιηθεί με φράσεις όπως “How much baggage can I bring for my baby?,” “What is the baggage allowance for a child?” ή “Can a minor bring baggage on the plane?” αλλά όχι με τις φράσεις “What is the luggage allowance for a child?,” “Can an adult bring baggage on the plane?” ή “What is the weather like in Barcelona?”

πραγματικά άριστοι, καθιστούν τα chatbot που βασίζονται αποκλειστικά στη μηχανική μάθηση μια επιλογή που δεν είναι πρακτική για πολλές επιχειρήσεις.



Διάγραμμα αρχιτεκτονικής των chatbot.
 Διακρίνονται τρία επίπεδα: α) παρουσίασης, β) ML και γ) δεδομένων, τα οποία συνεργάζονται με την NLG και το σύστημα υποστήριξης ανταλλαγής μηνυμάτων [:messaging backend].
 Ο μηχανισμός απόφασης [:decision engine] δέχεται τα δεδομένα από την NLP και ελέγχει το κατά πόσον ικανοποιούνται συγκεκριμένα κριτήρια για να γίνει έξοδος από τον διαλογικό βρόχο. [Fernandes:2017]

Οι εξελιγμένοι ψηφιακοί βοηθοί έχουν επίσης τη δυνατότητα να συνδυάζουν και να ενοποιούν τη λειτουργία αρκετών chatbot μοναδικού σκοπού (:single-purpose), να συλλέγουν ανόμοιες πληροφορίες από καθένα τους και στη συνέχεια να συνδυάζουν αυτές τις πληροφορίες για να εκτελέσουν μια εργασία ενόσω διατηρούν την επαφή με το περιβάλλον, έτσι ώστε το chatbot να μην βρεθεί σε κατάσταση σύγχυσης.

Η κατασκευή εφαρμογών συνομιλίας με chatbot με τη χρήση είτε μόνο γλωσσικών μεθόδων είτε μόνο μεθόδων μηχανικής μάθησης αποδεικνύεται δύσκολη, απαιτητική σε πόρους και συχνά απαγορευτικά δαπανηρή. Η υιοθέτηση μιας υβριδικής προσέγγισης συνήθως συνεπάγεται ότι οι επιχειρήσεις διαθέτουν τη δύναμη, την ευελιξία και την ταχύτητα που απαιτούνται για την ανάπτυξη επιχειρηματικών εφαρμογών ΑΙ που μπορούν να δώσουν προστιθέμενη αξία ως προς την εμπειρία των πελατών.

01.02 Επιμέρους τύποι

Καθόσον τα chatbot αποτελούν μια σχετικά νέα τεχνολογία, υπάρχουν διάφοροι τρόποι απαρίθμησης και ταξινόμησης των υφιστάμενων τύπων. [Adamopoulou & Moussiades:2020] Εντούτοις, κάποιοι τύποι chatbot με βάση επιμέρους χαρακτηριστικά τους είναι οι εξής:

- **chatbot σεναρίου ή ταχείας απόκρισης (:scripted or quick reply):** Πρόκειται για τα πιο βασικά chatbot. Ο τρόπος λειτουργίας τους προσομοιάζει με τα ιεραρχικά δέντρα απόφασης. Πρόκειται για bot που αλληλεπιδρούν με τους χρήστες μέσω ενός συνόλου προκαθορισμένων ερωτήσεων που συνεχίζονται μέχρι να απαντήσει το chatbot στις ερωτήσεις του χρήστη. Παρόμοιος τύπος chatbot με αυτό είναι και τα **chatbot βασιζόμενα σε μενού (:menu-based)** τα οποία απαιτούν από τους χρήστες να κάνουν επιλογές από μια προκαθορισμένη λίστα ή, αλλιώς, μενού, ώστε να εφοδιάσουν το bot με καλύτερη κατανόηση τού τι επιζητεί ο πελάτης.
- **chatbot βασιζόμενα στην αναγνώριση λέξεων-κλειδιών (:keyword recognition-based):** Αυτά είναι κάπως πιο πολύπλοκα chatbot. Στόχος τους είναι να αντιληφθούν αυτά που πληκτρολογεί ο χρήστης και να ανταποκριθούν ανάλογα χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά επιλεγμένες από αποκρίσεις πελατών. Προσαρμόσιμες λέξεις-κλειδιά και τεχνητή νοημοσύνη συνδυάζονται σε αυτόν τον τύπο bot για να παράσχουν ανάλογη απόκριση προς τους χρήστες. Δυστυχώς, αυτά τα chatbot δυσκολεύονται όταν αντιμετωπίζουν επαναλαμβανόμενη χρήση λέξεων-κλειδιών ή περιττά ερωτήματα.
- **υβριδικά chatbot (:hybrid):** Αυτά τα chatbot συνδυάζουν στοιχεία bot βασιζόμενων σε μενού bot και bot βασιζόμενων στην αναγνώριση λέξεων-κλειδιών. Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν είτε να απαντηθούν άμεσα τα ερωτήματά τους είτε να τους δοθεί πρόσβαση στο μενού του chatbot για να κάνουν τις επιλογές τους εφόσον η διαδικασία αναγνώρισης λέξεων-κλειδιών παράγει ανεπιτυχή αποτελέσματα.
- **συναφειακά chatbot (:contextual):** Πρόκειται για chatbot που είναι πιο περίπλοκα από αυτά που αναφέρθηκαν ως τώρα και προϋποθέτουν επικέντρωση στα δεδομένα. Αξιοποιούν τη μηχανική μάθηση και την τεχνητή νοημοσύνη για να θυμούνται συζητήσεις και αλληλεπιδράσεις με τους χρήστες και κατόπιν χρησιμοποιούν αυτές τις αναμνήσεις για να αναπτυχθούν και να

βελτιωθούν με την πάροδο του χρόνου. Αντί να στηρίζονται σε λέξεις-κλειδιά, αυτά τα bot χρησιμοποιούν αυτά που ζητούν οι πελάτες και τον τρόπο με τον οποίο τα ζητούν για να παρέχουν απαντήσεις και να αυτοβελτιώνονται.

- **chatbot με φωνητική δυνατότητα (:voice-enabled):** Αυτός ο τύπος chatbot αποτελεί το μέλλον της τεχνολογίας των chatbot. Τα chatbot με φωνητική δυνατότητα χρησιμοποιούν τους προφορικούς διαλόγους των χρηστών ως δεδομένα εισόδου που προκαλούν απόκριση ή άλλες δημιουργικές εργασίες. Παράγονται με τη χρήση διεπαφών προγραμμάτων εφαρμογών (:application program interfaces, APIs) κειμένου-σε-ομιλία (:text-to-speech, TTS) και αναγνώρισης φωνής. Τέτοια παραδείγματα είναι η Alexa της Amazon και η Siri της Apple.

Όσον αφορά στα κριτήρια επιλογής μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού ως προς τους τύπους των chatbot, η [Visor.ai:2020] προτείνει την εξέταση των εξής ερωτημάτων:

1. Πόσο μεγάλη είναι η εταιρεία;
2. Πόσες επαφές λαβαίνουν χώρα ημερησίως;
3. Σε ποια κανάλια σκοπεύετε να ενσωματώσετε το chatbot;
4. Ποιες είναι οι ανάγκες της ομάδας του τμήματος υποστήριξης πελατών που θέλετε να δείτε να βελτιστοποιούνται;
5. Ποιες υπηρεσίες θα παρέχει το chatbot στους πελάτες σας;

Ορισμένοι παράγοντες, όπως ο ημερήσιος αριθμός επαφών, είναι πολύ σημαντικοί για την επιλογή του chatbot σας. Ο αριθμός επαφών μπορεί να υποδηλώσει το μέγεθος της εταιρείας καθώς και τον εμπορικό της αντίκτυπο. Οι μεγαλύτερες εταιρείες έχουν σημαντικότερο αριθμό πελατών και πιθανότατα θέλουν μεγαλύτερη ποικιλία στις υπηρεσίες υποστήριξης πελατών τους. Ως εκ τούτου, χρειάζονται πιο σύνθετα chatbots, σε περισσότερα κανάλια επικοινωνίας, που μπορούν να επιλύουν πιο λεπτομερή αιτήματα. Οι μικρότερες εταιρείες με λιγότερες επαφές μάλλον δεν χρειάζονται τόσο πολύπλοκα chatbot και μπορούν να κάλλιστα να λειτουργήσουν με πιο απλές λύσεις.

01.03 Η αξιοποίηση της ML στα chatbot με AI

Σύμφωνα με την IBM, η ML δίνει στα συστήματα τη δυνατότητα να μαθαίνουν από την εμπειρία και να βελτιώνουν την ικανότητα λήψης αποφάσεων και την ακρίβεια πρόβλεψης. [Visor.ai:2021] Δηλαδή, μέσω των αλληλεπιδράσεων που έχουν τα bots με τους χρήστες, μπορούν να εξάγουν πολύτιμες πληροφορίες και έτσι να μπορούν να προβλέπουν αποδεκτά αποτελέσματα-απαντήσεις. Κατ' αυτό τον τρόπο, αυξάνεται η αποτελεσματικότητά τους.

Όπως συμβαίνει και με την NLP, η ML βασίζεται σε αλγορίθμους. Το σύστημα τροφοδοτείται με αλγόριθμους και, καθώς λαβαίνει και αναλύει τα δεδομένα, μπορεί να παράγει βελτιστοποιημένες προβλέψεις. Όσο αυξάνεται ο όγκος των δεδομένων τόσο περισσότερο βελτιστοποιείται η απόδοσή τους. Συνεπώς, με την πάροδο του χρόνου, η ευφυία του bot αυξάνεται.

Διακρίνονται τέσσερις διαφορετικοί τύποι αλγορίθμων ML [Βλαχάβας et al:2020][Bhalley:2021][Wakefield:2022]:

- **επιβλεπόμενη (:supervised) μάθηση:** Στην επιβλεπόμενη μάθηση, η μηχανή διδάσκεται μέσω παραδείγματος. Ο χειριστής παρέχει στον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης ένα γνωστό σύνολο δεδομένων (:dataset) που περιλαμβάνει τις επιθυμητές εισόδους και εξόδους και ο αλγόριθμος πρέπει να βρει μια μέθοδο για να καθορίσει πώς θα καταλήξει σε αυτές τις εισόδους και εξόδους. Ενώ ο χειριστής γνωρίζει τις σωστές απαντήσεις στο πρόβλημα, ο αλγόριθμος εντοπίζει μοτίβα (:patterns) στα δεδομένα, μαθαίνει από τις παρατηρήσεις και κάνει προβλέψεις. Οι προβλέψεις του αλγόριθμου επιτρέπουν στον χειριστή να διορθώσει τον αλγόριθμο, και αυτή η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου ο αλγόριθμος επιτύχει ένα υψηλό επίπεδο ακρίβειας/απόδοσης. Έτσι, όταν το σύστημα βρεθεί αντιμέτωπο με νέα δεδομένα θα μπορέσει να τα χειριστεί αποτελεσματικά.

Κάτω από την ομπρέλα της επιβλεπόμενης μάθησης εμπίπτουν οι εξής τρεις εργασίες-διαδικασίες:

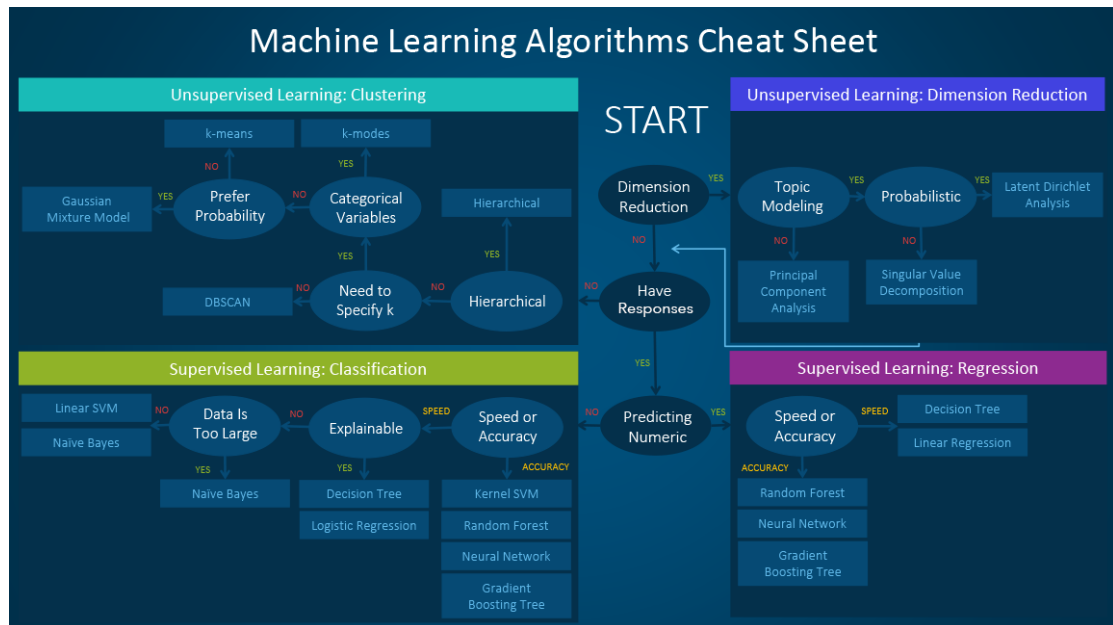
- **ταξινόμηση (:classification):** Στις εργασίες ταξινόμησης, το πρόγραμμα ML πρέπει να καταλήγει σε συμπεράσματα βάσει των τιμών που έχουν ήδη παρατηρηθεί και να καθορίζει σε ποια κατηγορία ανήκουν οι νέες παρατηρούμενες τιμές.

- **παλινδρόμηση (:regression):** Στις εργασίες παλινδρόμησης, το πρόγραμμα ML πρέπει να εκτιμήσει—και κατ' επέκταση να κατανοήσει—τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Η ανάλυση τύπου παλινδρόμησης επικεντρώνεται σε μια εξαρτημένη μεταβλητή και μια σειρά άλλων μεταβαλλόμενων μεταβλητών—γεγονός που την καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμη για την πρόβλεψη και την πρόγνωση.
- **πρόβλεψη (:forecasting):** Η πρόβλεψη είναι η διαδικασία πραγματοποίησης προβλέψεων για το μέλλον με βάση τα δεδομένα του παρελθόντος και του παρόντος και χρησιμοποιείται συνήθως για την ανάλυση τάσεων.
- **ημι-επιβλεπόμενη (:semi-supervised):** Αυτό το είδος μάθησης είναι παρόμοιο εκείνο της επιβλεπόμενης μάθησης, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί δεδομένα και με ετικέτες και χωρίς ετικέτες (:labeled/unlabeled). Τα δεδομένα με ετικέτες είναι ουσιαστικά πληροφορίες που έχουν σημειωθεί με νοηματοδοτημένες ετικέτες ώστε ο αλγόριθμος να μπορεί να κατανοήσει τα δεδομένα, ενώ τα δεδομένα χωρίς ετικέτες στερούνται αυτών των πρόσθετων πληροφοριών. Με τη συνδυασμένη χρήση τους, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να μάθουν να δίνουν ετικέτες σε δεδομένα χωρίς ετικέτες.
- **μη επιβλεπόμενη (:unsupervised):** Σε αυτό το είδος μάθησης, ο αλγόριθμος ML εξετάζει τα δεδομένα για τον εντοπισμό μοτίβων. Δεν υπάρχει κλειδί απαντήσεων ή ανθρώπινος χειριστής για να παράσχει καθοδήγηση. Αντ' αυτού, η μηχανή καθορίζει τους συσχετισμούς και τις σχέσεις αναλύοντας τα διαθέσιμα δεδομένα. Κατά τη διαδικασία της μη επιβλεπόμενης μάθησης, ο αλγόριθμος ML θα πρέπει να ερμηνεύσει μεγάλα σύνολα δεδομένων και να αντιμετωπίσει τα δεδομένα αυτά αναλόγως. Ο αλγόριθμος προσπαθεί να οργανώσει αυτά τα δεδομένα με κάποιο τρόπο ώστε να γίνει δυνατή η περιγραφή της δομής τους. Αυτό μπορεί να σημαίνει την ομαδοποίηση των δεδομένων σε συστάδες (:clusters) ή την τακτοποίησή τους με τρόπο που να αποδίδει μια πιο οργανωμένη μορφή. Καθώς αξιολογεί ολοένα και περισσότερα δεδομένα, η ικανότητά του να λαμβάνει αποφάσεις για τα δεδομένα αυτά βελτιώνεται σταδιακά και γίνεται πιο εκλεπτυσμένη.

Κάτω από την ομπρέλα της μάθησης χωρίς επίβλεψη, εμπίπτουν οι εξής δύο εργασίες-διαδικασίες:

- **συσταδοποίηση (:clustering):** Περιλαμβάνει την ομαδοποίηση σε συστάδες συνόλων παρόμοιων δεδομένων βάσει καθορισμένων κριτηρίων. Είναι χρήσιμη για την κατάτμηση δεδομένων σε διάφορες ομάδες και την εκτέλεση ανάλυσης σε κάθε σύνολο δεδομένων για την εύρεση μοτίβων.
- **μείωση διαστάσεων (:dimension reduction):** Η μείωση των διαστάσεων μειώνει τον αριθμό των μεταβλητών που εξετάζονται για να βρεθούν οι ακριβείς πληροφορίες που απαιτούνται.
- **ενισχυτική (:reinforcement) μάθηση:** Αυτό το είδος ML επικεντρώνεται σε εξαιρετικά καθορισμένες (:regimented) διαδικασίες μάθησης, κατά τις οποίες σε έναν αλγόριθμο μηχανικής ML παρέχεται ένα σύνολο ενεργειών, παραμέτρων, κριτηρίων και τελικών τιμών. Εφόσον έχουν καθοριστεί οι κανόνες, ο αλγόριθμος ML προσπαθεί στη συνέχεια να εξερευνήσει τις διαθέσιμες επιλογές και δυνατότητες, παρακολουθώντας και αξιολογώντας κάθε αποτέλεσμα για να καθορίσει ποιο είναι το βέλτιστο. Η ενισχυτική μάθηση διδάσκει τη μηχανή μέσω δοκιμής και σφάλματος. Κατ' αυτό τον τρόπο, μαθαίνει από προηγούμενες εμπειρίες και αρχίζει να προσαρμόζει την προσέγγισή της ανταποκρινόμενη στην εκάστοτε κατάσταση ώστε να επιτύχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Για την πληρότητα της σύνοψης, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ένα βασικό διάγραμμα ροής για την επιλογή αλγορίθμων ML ανάλογα με τον τύπο μάθησης όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω. Η επιλογή του κατάλληλου για την εκάστοτε περίπτωση εξαρτάται από παράγοντες όπως το μέγεθος, η ποιότητα και η φύση των δεδομένων, ο διαθέσιμος υπολογιστικός χρόνος, ο επείγων χαρακτήρας της εργασίας και τον σκοπό της επεξεργασίας των δεδομένων. [Li:2020]



Βασικό διάγραμμα ροής για την επιλογή αλγορίθμων ML ανάλογα με τον τύπο μάθησης. [Li:2020]

Όσον αφορά τις παραδοσιακές μεθόδους ML είναι γνωστό ότι παρουσιάζουν διάφορα προβλήματα, κυρίως όσον αφορά στην ανάλυση δεδομένων υψηλών διαστάσεων. Τέτοια προβλήματα έρχονται να επιλύσουν οι μέθοδοι **βαθιάς μάθησης (:deep learning)**, οι οποίες δίνουν εξαιρετικά ακριβή αποτελέσματα, μάλιστα ξεπερνώντας σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη και το επίπεδο της ανθρώπινης απόδοσης. [Bhalley:2021]

02. Μεθοδολογίες, εργαλεία ανάπτυξης και ζητούμενα

Στη συνέχεια παραθέτονται επιλεγμένες μεθοδολογίες, εργαλεία και ζητούμενα όσον αφορά στην ανάπτυξη και υλοποίηση των chatbot.

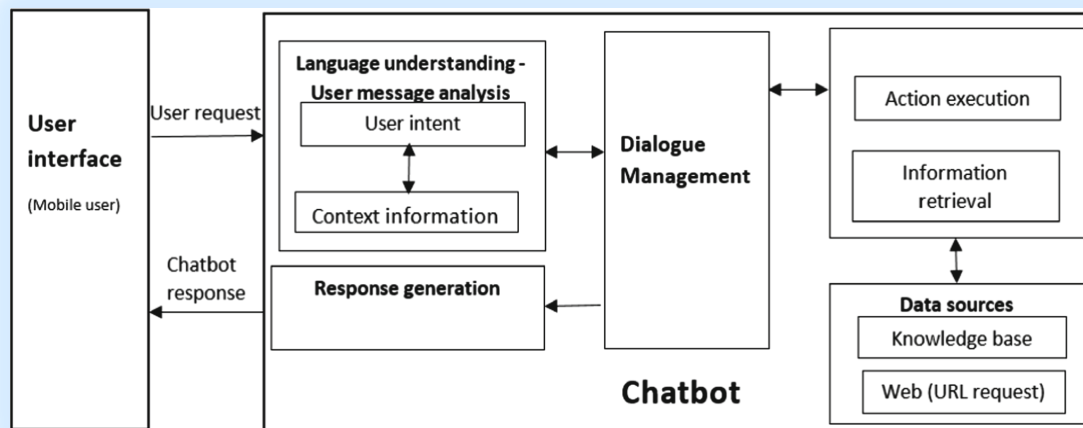
02.01 Μεθοδολογίες σχεδιασμού και ανάπτυξης

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη chatbot εμπρικλείει τη χρήση ποικίλων τεχνικών. [Adamopoulou & Moussiades:2020] Η κατανόηση των υπηρεσιών που θα προσφέρει το chatbot και της κατηγορίας που θα ανήκει βοηθάει τους προγραμματιστές να επιλέξουν αλγόριθμους, πλατφόρμες και εργαλεία που θα χρησιμοποιήσουν για την κατασκευή του. Ταυτόχρονα, συμβάλει ώστε οι τελικοί χρήστες να αντιληφθούν τι να περιμένουν από αυτό.

Οι απαιτήσεις για τον σχεδιασμό ενός chatbot περιλαμβάνουν την αναπαράσταση της ακριβούς γνώσης, μια στρατηγική παραγωγής αποκρίσεων και ένα σύνολο προκαθορισμένων ουδέτερων απαντήσεων για να χρησιμοποιούνται ως απάντηση όταν ο λόγος του χρήστη είναι ασαφής και δυσνόητος ή ακατανόητος. [Augello et al:2018]²⁰

Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τη διαίρεση σε συστατικά μέρη σύμφωνα με κάποιο επιλεγμένο πρότυπο που να επιτρέπει την αρθρωτή ανάπτυξη της εφαρμογής.

²⁰ Για μια επισκόπηση των εργασιών που αναμένονται να εκτελεί ένα chatbot καθώς και των βασικών ιδεών ανάπτυξής τους συγκεκριμένα στο περιβάλλον της πλατφόρμας Oracle Digital Assistant, βλ. < <https://docs.oracle.com/en/cloud/paas/digital-assistant/use-chatbot/overview-digital-assistants-and-skills.html> >.



Γενική αρχιτεκτονική ενός chatbot.
[Adamopoulou & Moussiades:2020]

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, σχεδιάζεται η γενική αρχιτεκτονική του chatbot. Η διαδικασία ξεκινάει με το ερώτημα που θέτει ο χρήστης προς το chatbot χρησιμοποιώντας κάποια διεπαφή χρήστη—θα μπορούσε να είναι κάποια εφαρμογή ανταλλαγής μηνυμάτων (όπως το Facebook ή το WhatsApp) ή κάποια πλατφόρμα εισαγωγής κειμένου ή φωνής (όπως το Amazon Echo).²¹

Αφού λάβει το chatbot της απόκριση του χρήστη, το στοιχείο κατανόησης φυσικής γλώσσας (:language understanding component) την αναλύει συντακτικά (:parsing) ώστε να συμπεράνει την πρόθεση του χρήστη και τις συσχετιζόμενες πληροφορίες, στη μορφή {πρόθεση (:intent): XX; οντότητες (:entities): YY}.

²¹ Για μια διερεύνηση των εφαρμογών ανταλλαγής μηνυμάτων και των πλατφορμών κοινωνικών δικτύων στις οποίες χρησιμοποιούνται συχνότερα τα chatbot και του τρόπου με τον οποίο αξιοποιούνται από τις επιχειρήσεις για την εξυπηρέτηση του πελάτη, βλ. [Χαλικιάς:2021].

```

1 {"intents": [
2     {"tag": "greeting",
3       "patterns": ["Hi", "How are you", "Is anyone there?", "Hello", "Good day"],
4       "responses": ["Hello, thanks for visiting", "Good to see you again", "Hi there, how can I help?"],
5       "context_set": ""
6     },
7     {"tag": "goodbye",
8       "patterns": ["Bye", "See you later", "Goodbye"],
9       "responses": ["See you later, thanks for visiting", "Have a nice day", "Bye! Come back again soon." ]
10    },
11    {"tag": "thanks",
12      "patterns": ["Thanks", "Thank you", "That's helpful"],
13      "responses": ["Happy to help!", "Any time!", "My pleasure"]
14    },
15    {"tag": "hours",
16      "patterns": ["What hours are you open?", "What are your hours?", "When are you open?" ],
17      "responses": ["We're open every day 9am-9pm", "Our hours are 9am-9pm every day"]
18    },

```

Κάθε διαλογική πρόθεση (:conversational intent) περιέχει μια ετικέτα (:tag), πρότυπα (:patterns) και αποκρίσεις (:responses), εδώ σε αρχείο τύπου JSON. [gk_2017]

Αφού το chatbot καταλήξει στην καλύτερη δυνατή ερμηνεία, θα πρέπει να καθορίσει τον τρόπο με τον οποίο θα συνεχιστεί η διαδικασία. Μπορεί να ενεργήσει με βάση τις νέες πληροφορίες απευθείας, να θυμηθεί οτιδήποτε άλλο έχει κατανοήσει και να περιμένει να δει τι θα συμβεί στη συνέχεια, να ζητήσει περισσότερες σχετικές πληροφορίες ή να ρωτήσει για διευκρινήσεις.

Όταν το αίτημα γίνει κατανοητό, το chatbot αναλαμβάνει δράση και ανακτάει πληροφορίες. Το chatbot εκτελεί τις απαιτούμενες ενέργειες και ανακτάει τα αναγκαία δεδομένα από πηγές δεδομένων, οι οποίες μπορεί να είναι είτε μια γνωσιακή βάση δεδομένων που διαθέτει είτε εξωτερικές πηγές στις οποίες έχει πρόσβαση μέσω κλήσεων API.

Αφού γίνει η ανάκτηση, το στοιχείο παραγωγής απόκρισης (:response generation component) χρησιμοποιεί την NLG για να προετοιμάσει μια ανθρωποφανή απόκριση σε φυσική γλώσσα προς τον χρήστη βασισμένη στις πληροφορίες σχετικά με την πρόθεση και την συνάφεια που επιστράφηκαν από το στοιχείο ανάλυσης των μηνυμάτων του χρήστη. Οι κατάλληλες αποκρίσεις παράγονται είτε από chatbot βασισμένα στην ανάκτηση πληροφορίας είτε από παραγωγικά chatbot.

Το στοιχείο διαχείρισης διαλόγου (:dialogue management component) τηρεί και ενημερώνει την συνάφεια μιας συζήτησης, στην οποία περιλαμβάνονται η τρέχουσα πρόθεση, οι εντοπισμένες οντότητες ή οι ελλείπουσες οντότητες που απαιτούνται για να εκπληρωθούν τα αιτήματα του χρήστη. Επιπρόσθετα, φροντίζει να γίνουν αιτήματα

για τις πληροφορίες που λείπουν, φροντίζει για την προώθηση διαδικασιών διευκρινήσεων από τους χρήστες και κάνει ερωτήσεις επακολούθησης (:follow-up).

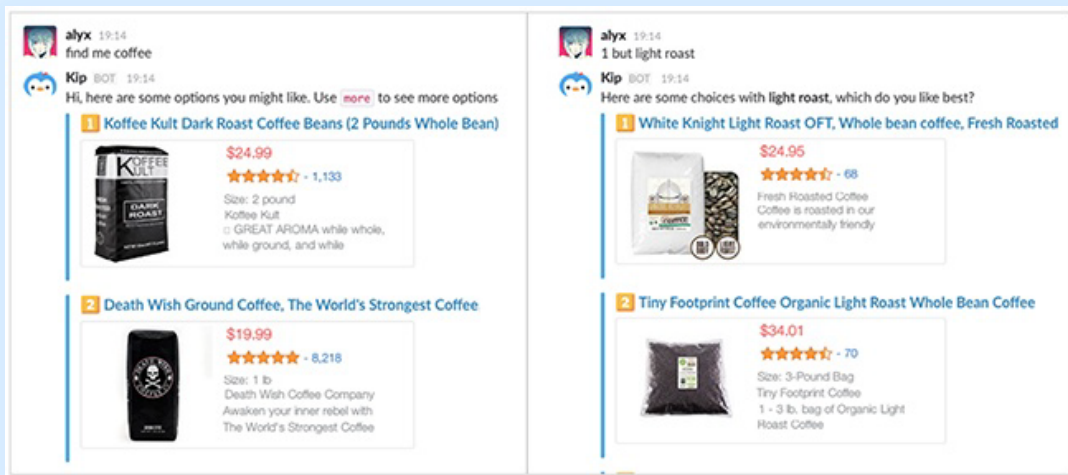
02.02 Εργαλεία ανάπτυξης

Ο ρυθμός εμφάνισης εργαλείων για την υλοποίηση λύσεων chatbot είναι πλέον ραγδαίος. Πολλά προγραμματιστικά εργαλεία και πλατφόρμες διεκδικούν μερίδιο της γοργά αναπτυσσόμενης αγοράς των chatbot.

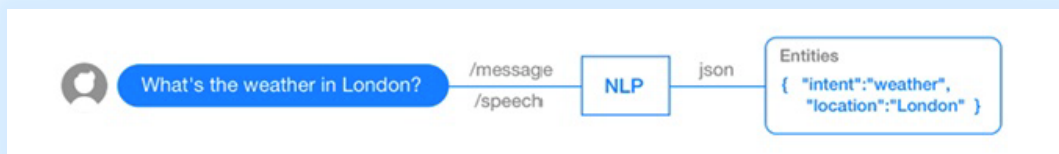
Σύμφωνα με τους [Bruner & Marlow:2016], τα διαθέσιμα εργαλεία ανάπτυξης διαλογικών chatbot χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. **πλατφόρμες/λειτουργικά πλαίσια (:frameworks) ανταλλαγής μηνυμάτων για bots:** Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν δειγματοληπτικά τα εξής: Amazon Alexa, Apple Siri, Facebook Messenger (Facebook for Developers), Google Now and Google Assistant, Microsoft Bot Framework, Oracle Digital Assistant, Slack, Kik, Line, Snapchat, Telegram, Twilio και WeChat.
2. **πλατφόρμες/λειτουργικά πλαίσια AI για bots:** Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν, για παράδειγμα, τα εξής: Microsoft Azure Bot, Amazon Lex, Google DialogFlow/TensorFlow, IBM Watson Conversation, Api.ai, Facebook Wit.ai, Rasa Stack και scikit-learn.²²
3. **πλατφόρμες και συλλογές εργαλείων (:toolkits) για bots:** Εδώ ανήκουν ενδεικτικά τα εξής: Automat, BotKit, Chatfuel, Pandorabots, Sequel και WotNot.

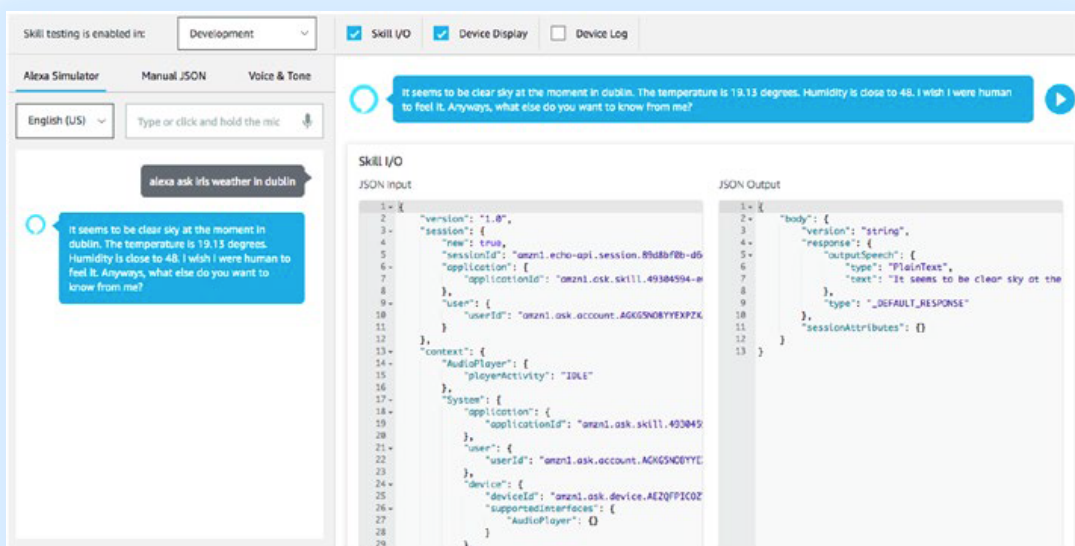
²² Για περαιτέρω πληροφορίες και σύγκριση των λειτουργιών τους, βλ. [Παπιγκώτης:2020] [Θεοχαρόπουλος:2020].



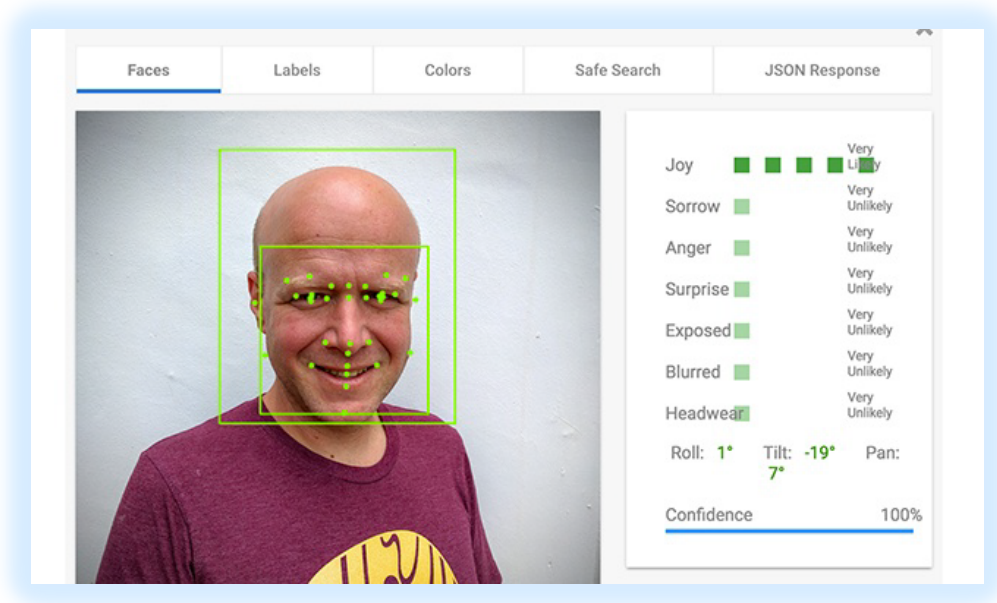
Το Kip του Slack υπήρξε ένα πρωτοποριακό chatbot που επέτρεπε ομαδικές αγορές αγαθών, οι οποίες συγκεντρώνονταν σε ένα ομαδικό καλάθι και ο διαχειριστής μπορούσε να ολοκληρώσει τη συναλλαγή. [Shevat:2017][www.kipthis.com (μέσω Wayback Machine)]



Η μετατροπή από το Wit.ai ελεύθερου κειμένου σε οντότητες. [Shevat:2017]



Ο εξομοιωτής chatbot που είναι διαθέσιμος στην κονσόλα προγραμματιστικής ανάπτυξης της Alexa. [Singh et al:2019]

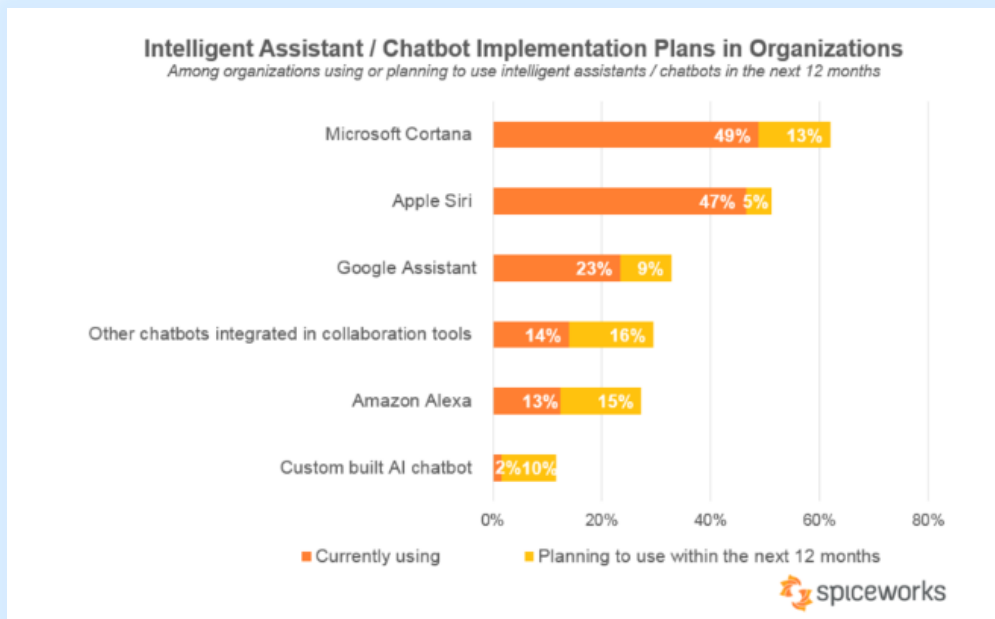


Η Google μέσω του Vision API παρέχει στους προγραμματιστές ένα API οπτικής αναγνώρισης που μπορεί να προσθέσει στα chatbot ανεπτυγμένη ευφυή λειτουργικότητα. Μια απόκριση τύπου «τι σου φάνηκε τόσο αστείο;» θα μπορούσε να ξαφνιάσει ευχάριστα τον χρήστη. [Shevat:2017]

Πέρα από τα διαθέσιμα αυτά εργαλεία υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής chatbot μέσω προγραμματισμού από το μηδέν. Αυτή η μέθοδος απαιτεί σημαντική επένδυση χρόνου ή/και χρημάτων αλλά έχει το σημαντικό πλεονέκτημα της πλήρους ικανοποίησης των αναγκών της εκάστοτε επιχείρησης ή οργανισμού.²³ Γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και τις εξής: Java, Clojure, Python, C++, PHP, Ruby και Lisp.

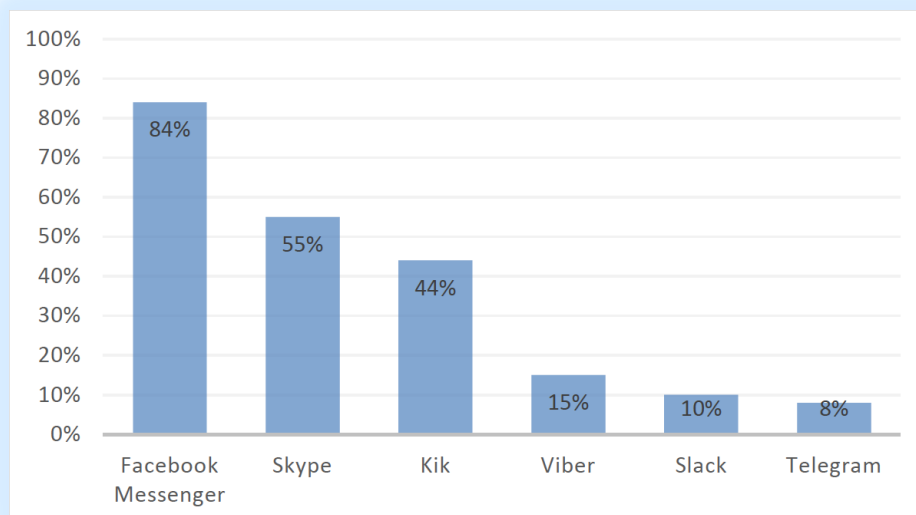
Στο γράφημα που ακολουθεί καταγράφονται τα αποτελέσματα μιας έρευνας όσον αφορά στη χρήση (πορτοκαλί) και την άμεση πρόθεση χρήσης (κίτρινο) των chatbot από διάφορους οργανισμούς και επιχειρήσεις [Chatbots Magazine:2019]:

²³ Για περαιτέρω πληροφορίες για την ChatterBot βλ. [Augello et al:2018].



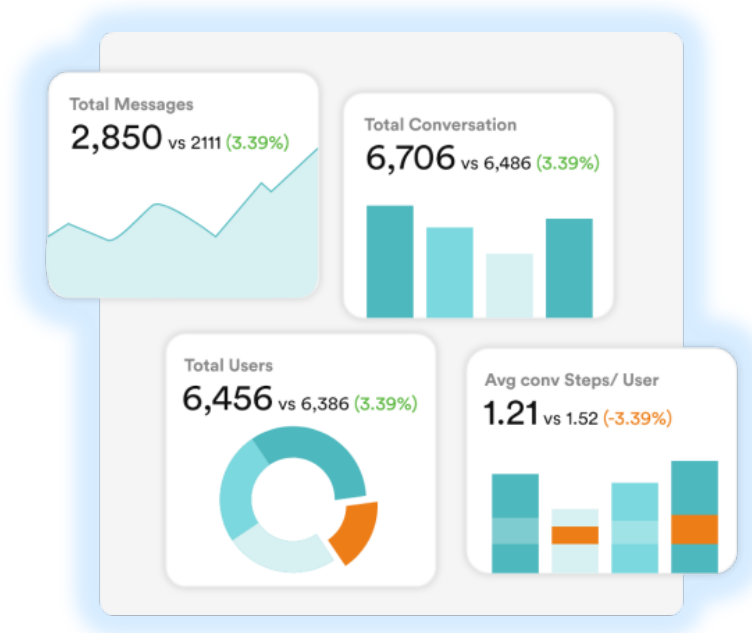
Προτιμήσεις στη χρήση πλατφορμών chatbot.
 [Chatbots Magazine:2019]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι προτιμήσεις των χρηστών όσον αφορά στην αξιοποίηση των chatbot μέσα σε περιβάλλοντα εφαρμογών ανταλλαγής μηνυμάτων [Brandtzaeg & Følstad:2017]:



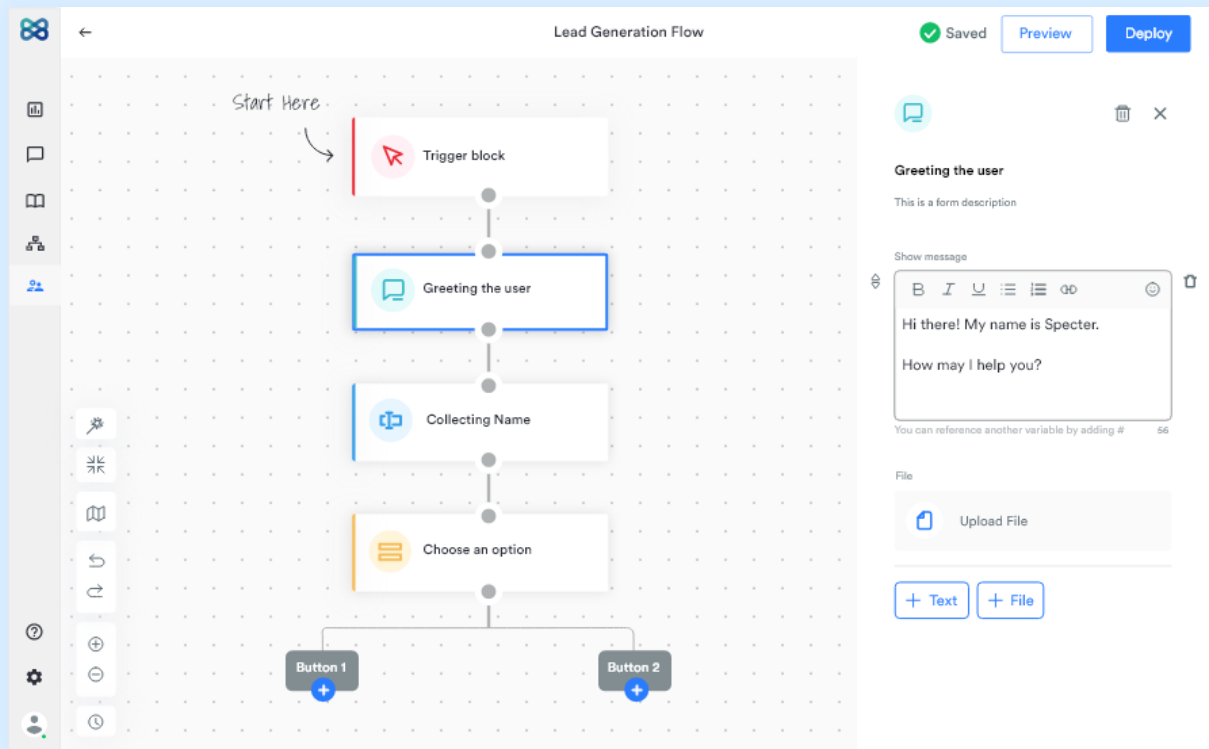
Προτιμήσεις χρηστών όσον αφορά στη χρήση chatbot σε περιβάλλοντα εφαρμογών ανταλλαγής μηνυμάτων.
 [Brandtzaeg & Følstad:2017]

Δειγματοληπτικά, η πλατφόρμα ανάπτυξης chatbot WotNot παρέχει τη δυνατότητα chatbot για τις ανάγκες των επιχειρήσεων.²⁴ Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια από τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της πλατφόρμας αυτής, η χρήση της οποίας δεν προϋποθέτει γνώσεις προγραμματισμούς ούτε την σύνταξη κώδικα εντολών.



Πληροφόρηση-ανάλυση της χρήσης των chatbot μέσω της κονσόλας στατιστικών στο περιβάλλον WotNot.

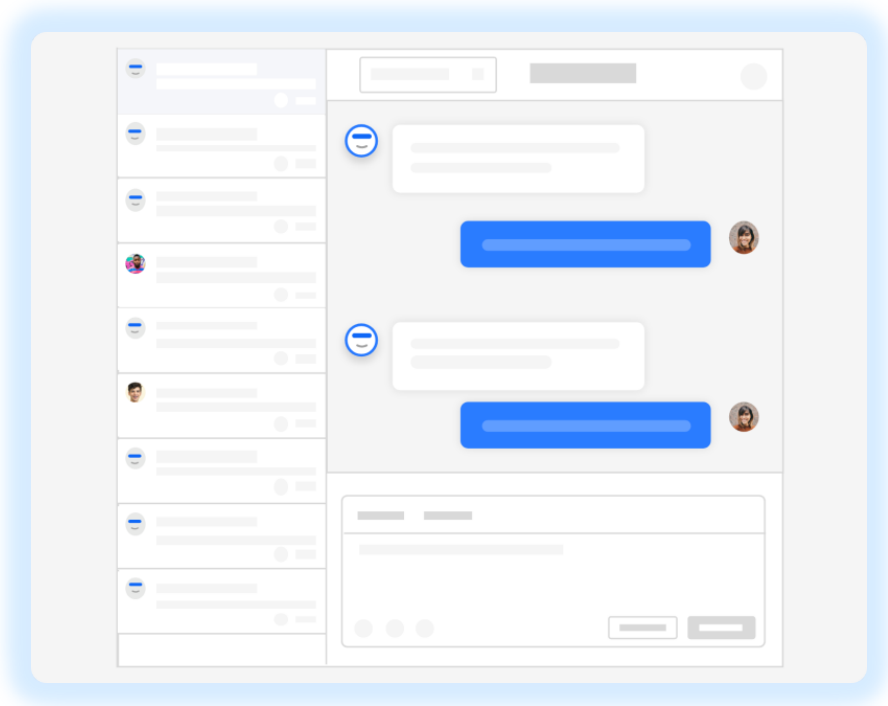
²⁴ Βλ. καταποπιστικό βίντεο για τον τρόπο λειτουργίας της πλατφόρμας WotNot, εδώ: < <https://youtu.be/BwwsSlcYZKk> >.



Δείγμα του περιβάλλοντος του WotNot για την ανάπτυξη προσαρμοσμένων chatbot.



Ενσωμάτωση και ενοποιημένη διαχείριση πολλαπλών καναλιών επικοινωνίας (π.χ. ιστότοπος, web app, Facebook Messenger, WhatsApp Business, SMS) στο περιβάλλον WotNot.



Ζωντανή παρακολούθηση και διαχείριση με δυνατότητα άμεσης παρέμβασης κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων του chatbot στο περιβάλλον WotNot.

		Most Popular	
FREE	STARTUP	BUSINESS	ENTERPRISE
For individuals or teams just getting started with WotNot	For growing teams that are looking for more features	For businesses that are looking to automate complex interactions	For businesses with high security, control and support needs
\$0/mo	\$99/mo	\$499/mo	Custom
Free includes: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Unlimited Bots ✓ No-code Chatbot Builder ✓ Analytics Dashboard ✓ Theme the Chat Widget ✓ Templates Repository 	Everything in Free, plus: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Live Chat ✓ Unlimited Users ✓ Manage Teams ✓ Email Support ✓ Slack Integration 	Everything in Startup, plus: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Remove Branding ✓ Team-wise Routing ✓ Dedicated CSM ✓ Personalized Onboarding ✓ Salesforce Integration 	Everything in Business, plus: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Single Sign On (SSO) ✓ Setup Assistance ✓ 24/7 Prioritized Support ✓ Optimization Services ✓ Technical Support
SIGN UP	SIGN UP	SIGN UP	TALK TO US

Τρέχον τιμοκατάλογος των υπηρεσιών της WotNot (Μάιος 2022).

02.03 Επιζητούμενα

Κατά την υλοποίηση και ανάπτυξη εφαρμογών chatbot υπάρχουν κάποια επιδιωκόμενα χαρακτηριστικά τα οποία βελτιστοποιούν την αποδοτικότητα και τη λειτουργικότητά τους.

Παρουσιάζονται με συνοπτικό τρόπο δέκα σημαντικά επιζητούμενα χαρακτηριστικά των εφαρμογών chatbot:

1. ουσιαστικότητα διαλόγων
2. δυνατότητα ελέγχου της ανάπτυξης/κατασκευής της εφαρμογής
3. ανεπτυγμένες λύσεις για επιχειρηματικά περιβάλλοντα
4. αξιοποίηση του υβριδικού μοντέλου
5. επαυξημένη προσωποποιημένη υπηρεσία
6. ιδιοκτησία δεδομένων και αναλυτική δεδομένων
7. διαπλατφορμικότητα (:cross platform)
8. ασφάλεια δεδομένων
9. διαφοροποίηση ετικέτας έναντι του ανταγωνισμού
10. επικαιροποίηση, ανατροφοδότηση και ενημέρωση για νέες τάσεις

Ανάλογα με τον τομέα για τον οποίο γίνεται η υλοποίηση του chatbot αλλάζει η ιεραρχία των επιζητούμενων χαρακτηριστικών ώστε να υπάρχει η βέλτιστη αποτελεσματικότητα και απόδοση.

03. Τομείς εφαρμογής

Το φάσμα των τομέων που εφαρμόζονται οι υπηρεσίες των chatbot διευρύνεται ολοένα και περισσότερο. Σε πρώτο επίπεδο, σύμφωνα με την έρευνα των [Brandtzaeg & Følstad:2017], τα βασικότερα κίνητρα για τη χρήση των chatbot είναι η παραγωγικότητα (100%), η ψυχαγωγία (29%), κοινωνικές επαφές (18%), η περιέργεια (15%) και άλλοι λόγοι (12%). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πιο βασικοί τομείς εφαρμογής τους: [Θεοχαρόπουλος:2020][Lester et al:2004][Brandtzaeg & Følstad: 2017]

03.01 Εφαρμογές μηνυμάτων

Τα chatbot πολλών εταιριών υλοποιούνται μέσω εφαρμογών μηνυμάτων ή απλά μέσω μηνυμάτων SMS. Χρησιμοποιούνται για υπηρεσίες, πωλήσεις και marketing από επιχειρήσεις απευθείας προς πελάτες οι οποίοι είναι τελικοί χρήστες (B2C). Επιπρόσθετα, μολονότι τα bot συνήθως εμφανίζονται ως μία από τις επαφές του κάθε χρήστη, μπορούν σε κάποιες περιπτώσεις να ενεργούν ως συμμετέχοντες σε μια ομαδική συζήτηση.

Για παράδειγμα, το 2016 το Facebook Messenger επέτρεψε σε προγραμματιστές (:developers) να χρησιμοποιήσουν chatbot στην πλατφόρμα του. Στους πρώτους έξι μήνες και μόνο περίπου 30.000 bots δημιουργήθηκαν για το Messenger, για να αγγίξουν τα 100.000 μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2017.²⁵ Από τον Σεπτέμβριο του 2017 και το WhatsApp υιοθέτησε πιλοτικά ένα παρόμοια πρόγραμμα. Οι αεροπορικές

²⁵ Julia Boorstin, “Facebook unveils a big push into bots at F8”, *cncb.com*, 18 Απριλίου 2017.

εταιρίες KLM και Aeroméxico ανακοίνωσαν τη συμμετοχή τους στο δοκιμαστικό σύστημα. Και οι δυο εταιρίες είχαν ήδη ξεκινήσει την παροχή υπηρεσιών προς πελάτες με χρήση της πλατφόρμας του Facebook Messenger.

Πολλές τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρίες, εταιρίες ηλεκτρονικού εμπορίου, αεροπορικές εταιρίες, ξενοδοχειακές αλυσίδες, έμποροι, πάροχοι υπηρεσιών υγείας, δημόσιες υπηρεσίες και αλυσίδες εστιατορίων χρησιμοποιούν τα chatbot για να παρέχουν απαντήσεις σε απλά ερωτήματα, να ενισχύουν την συμμετοχή-εμπλοκή των πελατών, για προώθηση προϊόντων και υπηρεσιών και για να παρέχουν επιπρόσθετους τρόπους παραγγελίας. Μάλιστα, μια μελέτη του 2017 έδειξε ότι το 4% των εταιριών στις ΗΠΑ χρησιμοποιούσαν chatbots.²⁶ Εντούτοις, είναι σαφές ότι η δυναμική της τεχνολογίας αυτής είναι πολύ ισχυρή, καθώς το 80% των επιχειρήσεων δήλωσαν σε μια διεθνή μελέτη ότι ήταν στις προθέσεις τους να την αξιοποιήσουν σε έναν ορίζοντα πενταετίας.²⁷

03.02 Ως μέρος εφαρμογών και ιστοτόπων εταιριών

Chatbot παλιότερων γενεών υπήρχαν σε ιστοτόπους εταιριών. Τέτοιου είδους πρώιμες περιπτώσεις ήταν το Ask Jenn της Alaska Airlines που έκανε την εμφάνισή του το 2008 και τον πράκτορα εικονικής εξυπηρέτησης πελατών της Expedia που τέθηκε σε λειτουργία το 2011. Η νεότερη γενιά chatbot περιλαμβάνει τον “Rocky” που βασιζόταν στον Watson της IBM, το οποίο υλοποιήθηκε για την εταιρία ηλεκτρονικού εμπορίου Rare Carat το 2017 για να παρέχει πληροφόρηση στους υποψήφιους αγοραστές διαμαντιών.²⁸

03.03 Ακολουθήσεις chatbot

Χρησιμοποιούνται από τα τμήματα marketing για τη δημιουργία σεναρίων μηνυμάτων, με τρόπο πολύ παρόμοιο με τις αυτοματοποιημένες αποκρίσεις μέσω μηνυμάτων

²⁶ Kimberlee Morrison, “Chat Bots Are Winning Over Social Media Users (Report)”, *adweek.com*, 21 Φεβρουαρίου 2017.

²⁷ Insider Intelligence, “80% of businesses want chatbots by 2020”, *businessinsider.com*, 14 Δεκεμβρίου 2016.

²⁸ *Digital Initiative*, “Rare Carat Rocky chatbot”, 18 Απριλίου 2020, < <https://digital.hbs.edu/platform-digit/submission/rare-carat-the-kayak-of-diamonds/> >

(:autoresponder). Η ενεργοποίηση τέτοιου είδους ακολουθήσεων μπορεί να γίνει είτε μέσω συγκατάθεσης σε μηνύματα προωθητικού χαρακτήρα (:opt-in) είτε μέσω λέξεων-κλειδιών κατά τις διαδικασίες αλληλεπίδρασης με τους χρήστες. Κάθε απόκριση χρήστη αξιοποιείται σε δέντρα απόφασης τα οποία βοηθούν τα chatbot να πλοηγηθούν στις ακολουθήσεις αποκρίσεων που αποσκοπούν στην επίτευξη ορθών μηνυμάτων απόκρισης.

03.04 Ενδοεταιρικές πλατφόρμες

Είναι αυξανόμενος ο αριθμός των εταιριών που εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες των chatbot στην εσωτερική λειτουργία τους. Έτσι, χρησιμοποιούνται σε εργασίες τμημάτων όπως η εξυπηρέτηση πελατών, αξιοποίησης ανθρώπινου δυναμικού ή στην υλοποίηση των Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT).

Για παράδειγμα, η εταιρία Overstock.com υλοποίησε το chatbot ονόματι Mila για να αυτοματοποιήσει ορισμένες απλές μεν χρονοβόρες δε διαδικασίες που απαιτούνται κατά την αίτηση άδειας ασθενοείας. Άλλες μεγάλες εταιρίες όπως η Lloyds Banking Group, η Royal Bank of Scotland, η Renault και η Citroën χρησιμοποιούν πλέον αυτοματοποιημένους διαδικτυακούς βοηθούς αντί για τηλεφωνικά κέντρα επανδρωμένα με υπαλλήλους στα σημεία αρχικής επαφής με τους πελάτες. Ένα επιχειρηματικό οικοσύστημα τύπου «λογισμικό ως υπηρεσία» (:software-as-a-service, SaaS) αναπτύχθηκε σταθερά μετά την ανακοίνωση του Μαρκ Ζάκερμπεργκ στη Σύνοδο F8 ότι το Messenger θα επέτρεπε την υλοποίηση chatbot εντός της εφαρμογής. Σε μεγάλους οργανισμούς, όπως είναι τα ξενοδοχεία και οι αεροπορικές εταιρίες, οι σχεδιαστές πληροφοριακών συστημάτων κατασκευάζουν αρχιτεκτονικές αναφορές για ευφυή chatbot τα οποία χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό και διαμοιρασμό γνωστικών και εμπειρικών πληροφοριών στο εσωτερικό τους με πιο αποτελεσματικό τρόπο και μειώνουν σε σημαντικό βαθμό τον κίνδυνο σφαλμάτων που συμβαίνουν στα γκισέ εξυπηρέτησης πελατών.

03.05 Εξυπηρέτηση πελατών

Πολλοί τραπεζικοί οργανισμοί υψηλής τεχνολογίας επιδιώκουν την ενσωμάτωση αυτοματοποιημένων λύσεων τεχνητής νοημοσύνης όπως τα chatbot στην εξυπηρέτηση

των πελατών τους ώστε να παρέχουν πιο γρήγορη και πιο φτηνή βοήθεια στους πελάτες τους, οι οποίοι εξοικειώνονται ολοένα και περισσότερο με την τεχνολογία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η επικοινωνία των chatbot μέσω διαλόγου αντικαθιστούν άλλα εργαλεία επικοινωνίας όπως τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τα τηλεφωνήματα ή τα μηνύματα SMS.

Αρκετές μελέτες αναφέρουν σημαντική μείωση του κόστους εξυπηρέτησης πελατών, η οποία αναμένεται να οδηγήσει σε περαιτέρω οικονομική εξοικονόμηση δισεκατομμυρίων δολαρίων τα επόμενα δέκα χρόνια. Το 2019, η Gartner προέβλεψε ότι μέχρι το 2021, το 15% του συνόλου των αλληλεπιδράσεων εξυπηρέτησης πελατών παγκοσμίως θα διεκπεραιώνεται πλήρως από τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης. [Bryan:2018] η μελέτη του [Smith:2019] έκανε την εκτίμηση ότι οι λιανικές πωλήσεις που θα προκύψουν από συναλλαγές μέσω chatbot θα φτάσουν τα 112 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2023.

Όταν το Facebook επέτρεψε στις επιχειρήσεις το 2016 να παρέχουν αυτοματοποιημένη υποστήριξη πελατών, καθοδήγηση στο ηλεκτρονικό εμπόριο, περιεχόμενο και διαδραστικές εμπειρίες μέσω chatbot, δόθηκε το έναυσμα για να αναπτυχθεί μια μεγάλη ποικιλία chatbot για την πλατφόρμα Facebook Messenger. Την ίδια χρονιά, η Tochka Bank με έδρα τη Ρωσία ξεκίνησε το πρώτο chatbot για το Facebook στον κόσμο για μια σειρά από χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας πραγματοποίησης πληρωμών. Σχεδόν ταυτόχρονα, η Barclays Africa εγκαινίασε επίσης ένα chatbot για το Facebook, καθιστώντας την έτσι την πρώτη τράπεζα που το έκανε στην αφρικανική ήπειρο. Τον Μάρτιο του 2018, μια από τις μεγαλύτερες τράπεζες της Γαλλίας, η Société Générale, εγκαινίασε το chatbot της με την ονομασία SoBot, το οποίο έγινε δεκτό με μεγάλη ικανοποίηση από τους πελάτες της τράπεζας.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των chatbot στις συναλλαγές με τους πελάτες στον τραπεζικό τομέα περιλαμβάνουν κυρίως τη μείωση του κόστους παροχής υπηρεσιών, την παροχή κατάλληλων οικονομικών συμβουλών στα αρχικά επίπεδα οικονομικής διερεύνησης και την υποστήριξη πελατών όλο το 24ωρο.

03.06 Υπηρεσίας φροντίδας υγείας

Μια αναζήτηση στις πληροφοριακές βάσεις καθιστά φανερό το γεγονός ότι τα chatbot κάνουν πολύ έντονα αισθητή την παρουσία τους στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης. Διάφορες μελέτες δείχνουν ότι αυξάνεται ο αριθμός των μελών του ιατρικού προσωπικού στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες οι οποίοι θεωρούν ότι τα chatbot θα ήταν πραγματικά χρήσιμα για τον προγραμματισμό ιατρικών ραντεβού, τον εντοπισμό κατάλληλων κλινικών υγείας και την παροχή πληροφοριών για τη φαρμακευτική αγωγή.

Η εφαρμογή WhatsApp συνεργάστηκε με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) για να δημιουργήσει μια υπηρεσία chatbot που απαντά στις ερωτήσεις των χρηστών σχετικά με τον Covid-19. Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, αυτό το chatbot για το WhatsApp προσέγγισε πάνω από 13,5 εκατομμύρια ανθρώπους.²⁹ Παρόμοια δράση ανέλαβε και η ινδική κυβέρνηση δημιουργώντας ένα chatbot για το WhatsApp με την ονομασία MyGov Corona Helpdesk.

Παραμένει, βέβαια, το γεγονός ότι μερίδα ασθενών εξακολουθούν να είναι απρόθυμοι ή επιφυλακτικοί όσον αφορά στη χρήση chatbot για θέματα υγείας. Μελέτες όπως των [Nadarzynski et al:2019] έδειξε ότι οι άνθρωποι εξακολουθούν να είναι διστακτικοί ως προς τη χρήση chatbot για την υγειονομική τους περίθαλψη λόγω της ελλιπούς κατανόησης της τεχνολογικής πολυπλοκότητας, της έλλειψης ενσυναίσθησης και των ανησυχιών για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Η ανάλυση έδειξε ότι ενώ το 6% είχε ακουστά για τα chatbot στον χώρο της υγείας και το 3% είχε κάποια εμπειρία από τη χρήση του, το 67% θεωρούσε ότι είναι πιθανό να χρησιμοποιήσει ένα τέτοιο μέσα σε 12 μήνες. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων δήλωσε ότι θα ήθελε να χρησιμοποιήσει τα chatbot υγείας για την αναζήτηση γενικών πληροφοριών για την υγεία (78%), την κράτηση ιατρικού ραντεβού (78%) και την αναζήτηση τοπικών υπηρεσιών υγείας (80%). Ωστόσο, ένα chatbot υγείας θεωρήθηκε λιγότερο κατάλληλο για την αναζήτηση αποτελεσμάτων ιατρικών εξετάσεων και την αναζήτηση εξειδικευμένων συμβουλών. Η ίδια μελέτη έδειξε ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι προτιμούν να συζητούν την υγεία τους με τους γιατρούς προσωπικά (73%) και να έχουν πρόσβαση σε αξιόπιστες και ακριβείς πληροφορίες για την υγεία

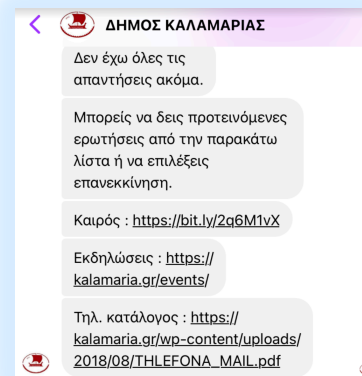
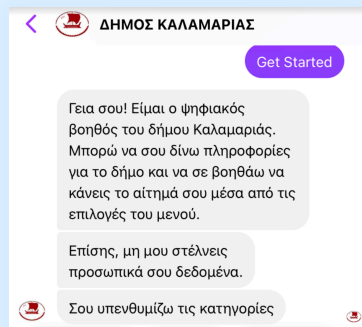
²⁹ World Health Organization, “Creating new tools and channels to amplify health messages,” < <https://www.who.int/teams/digital-health-and-innovation/digital-channels/creating-new-tools-and-channels-to-amplify-health-messages> >.

(93%). Ενώ το 80% δήλωσε περίεργο για τις νέες τεχνολογίες που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την υγεία τους, το 66% ανέφερε ότι αναζητούσε γιατρό μόνο όταν αντιμετώπιζε κάποιο πρόβλημα υγείας και το 65% πίστευε ότι ένα chatbot ήταν μια καλή ιδέα. Παρουσιάζει ενδιαφέρον το γεγονός ότι το 30% δήλωσε την αντιπάθειά του για τη διεξαγωγή συζήτησης με υπολογιστή, το 41% θεώρησε ότι του ήταν παράξενη η ιδέα να συζητήσει θέματα υγείας με ένα chatbot και περίπου οι μισοί δεν ήταν σίγουροι αν μπορούσαν να εμπιστευτούν τις συμβουλές που θα τους έδινε ένα chatbot. Κατά συνέπεια, γίνεται φανερό ότι η προσλαμβανόμενη αξιοπιστία, η ατομική στάση απέναντι στα chatbot και η αντιπάθεια για τη συζήτηση με υπολογιστή αποτελούν τα κύρια εμπόδια για την αξιοποίηση των chatbot υγείας.

03.07 Πολιτική

Τα chatbot έχουν υιοθετηθεί σε διάφορες πτυχές της πολιτικής δραστηριότητας. Για παράδειγμα, στη Νέα Ζηλανδία αναπτύχθηκε από την Touchtech το chatbot ονόματι SAM (Semantic Analysis Machine). Είναι σχεδιασμένο για να μοιράζεται με άλλους μέσω Facebook τις πολιτικές του απόψεις για μια σειρά σημαντικών πολιτικών ζητημάτων, όπως η κλιματική αλλαγή, η φροντίδα υγείας, η εκπαίδευση κ.α. Στην Ινδία, η κυβέρνηση του κρατιδίου Maharashtra έχει αρχίσει να χρησιμοποιεί ένα chatbot για την πλατφόρμα του ονόματι Aaple Sarkar. Αυτό παρέχει διαλογική πρόσβαση σε πληροφορίες που αφορούν σε 1.400 υπηρεσίες του δημόσιου τομέα.³⁰ Στην Ελλάδα κάποιες δημόσιες υπηρεσίες έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν chatbot στην επαφή στην διεπαφή προς τους πολίτες στους ιστοτόπους τους.

³⁰ *The Economic Times*, “Government of Maharashtra launches Aaple Sarkar chatbot with Haptik,” 5 Μαρτίου 2019, <<https://economictimes.indiatimes.com/news/politics-and-nation/government-of-maharashtra-launches-aaple-sarkar-chatbot-with-haptik/articleshow/68268917.cms>>.



Ενσωμάτωση chatbot στον ιστότοπο του Δήμου Καλαμαριάς με απεπιγνώση των σημαντικών περιορισμών του (Μάιος 2022).

03.08 Παιχνίδια

Μια ακόμη χρήση των chatbot γίνεται στον κόσμο των παιχνιδιών για συσκευές αναψυχής. Για παράδειγμα, το Hello Barbie αποτελεί διαδικτυακά συνδεδεμένη έκδοση της ομώνυμη κούκλας η οποία αξιοποιεί ένα chatbot της εταιρίας ToyTalk, η οποία είχε ήδη εμπειρία χρήσης του chatbot για ένα εύρος ψηφιακών χαρακτήρων σε smartphone για παιδιά. Η συμπεριφορά των χαρακτήρων καθορίζεται από ένα σύνολο εντολών οι οποίες εξομοιώνουν αποτελεσματικά συγκεκριμένους τύπους χαρακτήρα και παράγουν μια ιστοριογραμμή.



Η κούκλα My Friend Cayla.
[Πηγή: <https://myfriendcayla.co.uk/>]

Η κούκλα My Friend Cayla είναι τύπου μεγέθους 46 cm και χρησιμοποιεί τεχνολογία φωνητικής αναγνώρισης που συνδυάζεται με μια εφαρμογή κινητού για Android ή iOS για να αναγνωρίζει τη φωνή των παιδιών και να κάνει συζήτηση μαζί τους. Όπως συνέβη και με την προηγούμενη κούκλα, προκάλεσε έντονη αντιλογία εξαιτίας της τρωτότητας όσον αφορά το πρωτόκολλο Bluetooth που χρησιμοποιήθηκε και της χρήσης του για να συλλέγει δεδομένα από τις ομιλίες των παιδιών.³¹

Ο υπολογιστής Watson της IBM χρησιμοποιήθηκε ως βάση για εκπαιδευτικά παιχνίδια που βασίζονται στη χρήση chatbot για εταιρίες όπως η CogniToys αποσκοπώντας στην αλληλεπίδραση με τα παιδιά για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

03.09 Επιβλαβής χρήση

Τα επιβλαβή chatbot χρησιμοποιούνται συχνά για να κατακλύσουν τα chat room με υλικό spam και διαφημίσεις. Το πετυχαίνουν αυτό είτε μιμούμενα τον τρόπο συμπεριφοράς και συζήτησης των ανθρώπων είτε παραπλανώντας τους ανθρώπους ώστε αποκαλύψουν προσωπικές πληροφορίες, όπως είναι τα τραπεζικά στοιχεία. Εντοπίζονταν συνήθως σε προγράμματα στιγμιαίας ανταλλαγής μηνυμάτων όπως το Yahoo! Messenger, το Windows Live Messenger, το AOL Instant Messenger καθώς και σε άλλα πρωτόκολλα ανταλλαγής στιγμιαίων μηνυμάτων.

Το chatbot Tay, το οποίο είναι κατασκευασμένο ώστε να μαθαίνει από τις προηγούμενες αλληλεπιδράσεις του, προκάλεσε σημαντική αντιλογία εξαιτίας του ότι δέχθηκε επίθεση από troll στο Twitter και, αφού αρπάχτηκε ο έλεγχός του, μετά από 16 ώρες άρχισε να στέλνει προσβλητικά μηνύματα μέσω Twitter σε άλλους χρήστες.³² Αυτή η εξέλιξη φανέρωσε ότι μολονότι μπορούσε να εκπαιδευτεί αποτελεσματικά μέσω εμπειρίας, δεν υπήρξε επαρκής πρόβλεψη όσον αφορά την προστασία από κακόβουλη χρήση.

³¹ Διαφημιστικό προωθητικό υλικό, εδώ: < <https://myfriendcayla.co.uk/> >. Στη Γερμανία εκδόθηκε αυστηρή προειδοποίηση προς τους γονείς για τους κινδύνους που ενέχει η χρήση της συγκεκριμένης κούκλας. (BBC, News, “German parents told to destroy Cayla dolls over hacking fears,” 17 Φεβρουαρίου 2017, < <https://www.bbc.com/news/world-europe-39002142> >)

³² Bird, Jordan J., Ekart, Aniko & Faria, Diego R., “Learning from Interaction: An Intelligent Networked-based Human-bot and Bot-bot Chatbot System,” στο: *Advances in Computational Intelligence Systems*, Nottingham, UK: Springer 2018, σσ. 179–190.

Ολοένα και περισσότερο γίνεται ορατός ο κίνδυνος ένας αλγόριθμος αποστολής μηνυμάτων κειμένου να εξαπατήσει δίνοντας την εντύπωση ότι πρόκειται για άνθρωπο αντί για chatbot, με αποτέλεσμα το μήνυμά τους να είναι πιθανότερο να θεωρηθεί ως αξιόπιστο. Κατά συνέπεια, ανθρωποφανή chatbot με καλοφτιαγμένες διαδικτυακές ταυτότητες θα μπορούσαν να διασπείρουν ψευδοειδήσεις (:fake news) που θα είναι αληθοφανείς. Μάλιστα, η χρήση ενός ενορχηστρωμένου πλήθους τέτοιων chatbot θα μπορούσε να πετύχει μια τεχνητή κοινωνική απόδειξη (ή, αλλιώς, πληροφοριακή κοινωνική επιρροή) για κάποιο ζήτημα.³³

03.10 Βιομηχανικές και επιχειρηματικές εφαρμογές

Όσον αφορά στη βιομηχανική χρήση των chatbot, υπάρχει μεγάλο εύρος υλοποιήσεων.³⁴ Κάποιοι βασικοί τομείς είναι οι εξής:

- χρηματοοικονομικές υπηρεσίες και ασφαλιστικός τομέας
- βιομηχανία αυτοκίνησης-οχημάτων
- εμπόριο λιανικής και ηλεκτρονικό εμπόριο
- τηλεπικοινωνίες
- ενεργειακός τομέας και υπηρεσίες κοινής ωφέλειας
- μέσα μαζικής ενημέρωσης και τομέας ψυχαγωγίας
- ευφυή σπίτια και Διαδίκτυο των Πραγμάτων
- ταξιδιωτικός και τουριστικός τομέας

03.11 Δειγματοληπτικές περιπτώσεις εφαρμογών

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δειγματοληπτικά δημοσιευμένες εργασίες στις οποίες καταγράφονται με σαφή και τεκμηριωμένο τρόπο τα βήματα που ακολουθήθηκαν και τα δομικά στοιχεία που απαιτήθηκαν για την υλοποίηση chatbot για ερευνητικούς σκοπούς σε χρονολογική σειρά.

³³ Βλ. Chengcheng Shao et al, “The spread of low-credibility content by social bots,” *Nature Communications*, 20 Νοεμβρίου 2018, < <https://www.nature.com/articles/s41467-018-06930-7> >.

³⁴ Για επιτυχημένες επιχειρηματικές περιπτώσεις αξιοποίησης των chatbot, βλ. A. Phaneuf, “7 real examples of brands and businesses using chatbots to gain an edge,” *Business Insider*, 12 Φεβρουαρίου 2020, < <https://www.businessinsider.com/business-chatbot-examples> >.

- **Με Rasa Framework και Python.** Στην εργασία της [Καλομοίρη:2022] διερευνώνται οι διαθέσιμες τεχνικές για την ανάπτυξη ενός chatbot. Παρουσιάζεται η ανάπτυξη, η ανάλυση, η σχεδίαση και η κατασκευή ενός ψηφιακού βοηθού, του WiBot (Web Intelligence ChatBot), το οποίο ετοιμάστηκε για τη χρήση από φοιτητές του μεταπτυχιακού προγράμματος «Ευφυείς Τεχνολογίες Διαδικτύου» του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος και στόχο έχει την υποστήριξή τους, παρέχοντας πληροφορίες σε οποιοδήποτε στάδιο της φοίτησης τους. Για την εκπόνηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Python και το Rasa Framework.³⁵

```

1 * ## intent:greet->
16 * ## intent:intro->
22 * ## intent:courses->
30 * ## intent:courses_all->
34 * ## intent:semester->
50 * ## intent:contactInfo->
57 * ## intent:septemberExams->
62 * ## intent:min_courses_part_time->
68 * ## intent:contact_secretariat->
76 * ## intent:documents_application->
81 * ## intent:elearning_platform->
88 * ## intent:academicID_link->
95 * ## intent:available_services->
101 * ## intent:access_university->
107 * ## intent:erasmus_info->
112 * ## intent:graduation_info->
118 * ## intent:announcements->
125 * ## intent:announcements_all->
132 * ## intent:categories_announcements->
139 * ## intent:category->
142 * ## intent:teachers_list->
147 * ## intent:people_ihu->
154 * ## intent:professor_info->
158 * ## intent:chatbot_info->
166 * ## intent:year_program->
173 * ## intent:study_guide->
178 * ## intent:semester_program->
185 * ## intent:info_university_department->
193 * ## intent:office_hours->

```

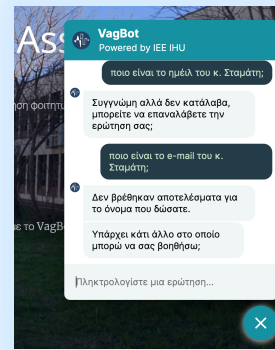
Δείγμα από τα 50 intents (:προθέσεις) που υλοποιήθηκαν για το WiBot. [Καλομοίρη:2022]

³⁵ Μια απόπειρα με παρόμοιους στόχους αποτελεί η υλοποίηση του chatbot VagBot από τον Ε. Μαρκουλάκη, φοιτητή του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, το 2021. Ο σχετικός ιστότοπος εδώ: < <https://users.it.teithe.gr/~it174966/> > και ο κώδικάς του βρίσκεται εδώ: < <https://github.com/vagmark30/VagBot> >. Παρόμοιες εργασίες για το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης εκπονήθηκαν α) από τον Μπ. Αλέν το 2021, με τίτλο «Δημιουργία Διαλογικού Πράκτορα (Chat Bot) σε περιβάλλον Python», διαθέσιμη εδώ: < <http://ikee.lib.auth.gr/record/335074> > και β) από τον Α. Σαχανίδη το 2019, με τίτλο «Υλοποίηση Διαλογικού Πράκτορα με χρήση της Βιβλιοθήκης “Chatterbot”», < <http://ikee.lib.auth.gr/record/319064> >.


```

professor = next(tracker.get_latest_entity_values('professor'), None)
query = "SELECT mail FROM courseinfo where prof = %s"
name = (str(professor),)
mycursor.execute(query, name)
myresult = mycursor.fetchone()
strg = 'Ο/Η κ.' + str(professor) + ' δέχεται email στο: ' + str(myresult[0])

```

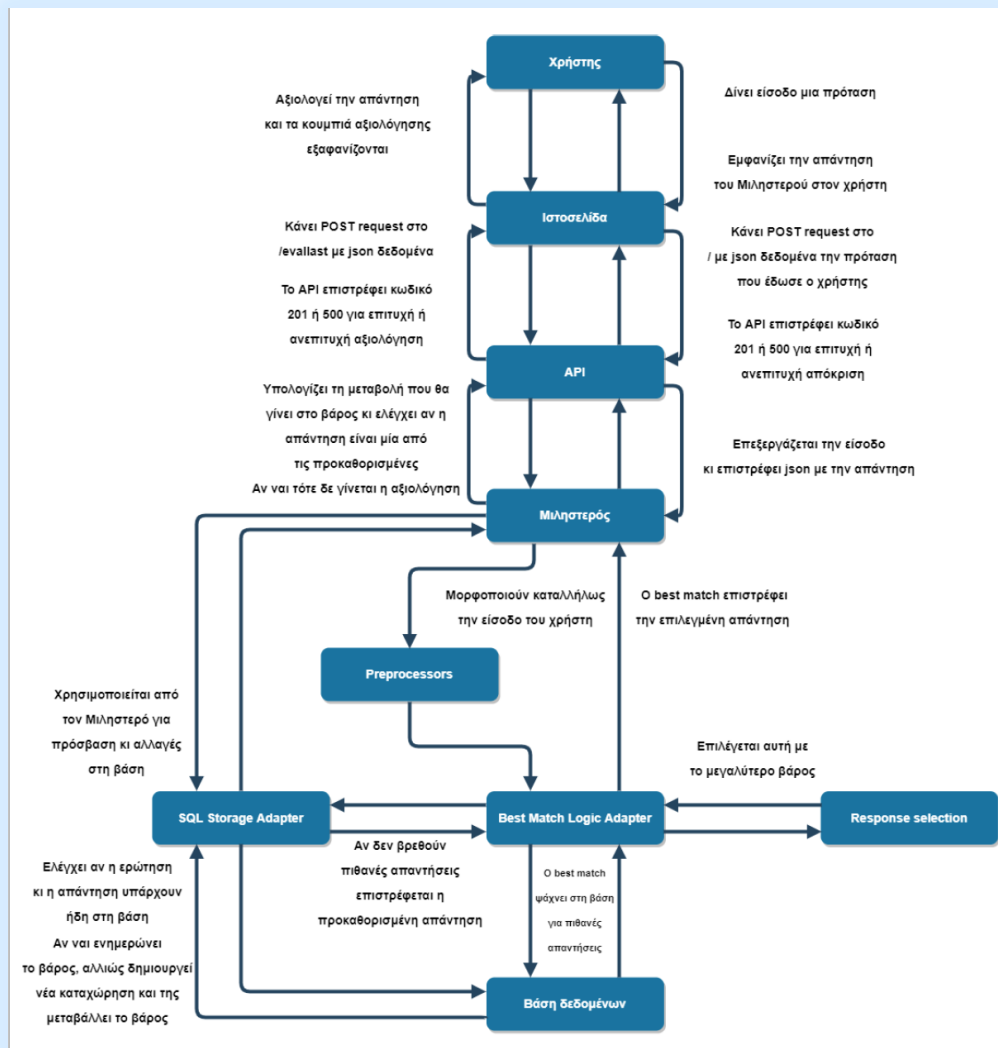


Αναγνώριση οντότητας, προσαρμοσμένη αναζήτηση με SQL και μήνυμα απόκρισης προς τον χρήστη από το VagBot. Εντούτοις, η δοκιμή του δεν απέδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

- **Με Rasa και Django σε Python.** Στην εργασία του [Παναγιώτου:2021] παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός εύχρηστου εργαλείου δημιουργίας σεναρίων-δεδομένων για το Rasa με στόχο τη γρήγορη δημιουργία ψηφιακών βοηθών. Με τη χρήση Python και συγκεκριμένα του framework Django παρουσιάζεται η υλοποίηση μιας full-stack εφαρμογής, από τις όψεις και τις διευθύνσεις των πόρων ως τα μοντέλα και τις back-end διεργασίες. Η εφαρμογή αυτή κάνει εύκολη την δημιουργία και επεξεργασία ψηφιακών βοηθών αυτοματοποιώντας τις περισσότερες λειτουργίες του Rasa.
- **Συνδυασμός αλγορίθμων ML και νευρωνικών δικτύων LSTM της πλατφόρμας AI Rasa Stack.** Στην εργασία του [Παπιγκιώτης:2020] γίνεται παρουσίαση και ανάλυση της συγκεκριμένης ανάπτυξης ενός διαλογικού πράκτορα. Το συγκεκριμένο chatbot αφορά στην παροχή ταξιδιωτικών πληροφοριών για τον ορεινό τουρισμό στα Ζαγοροχώρια, συνδυάζοντας αλγορίθμους ML και νευρωνικών δικτύων [:neural networks] τύπου LSTM του εργαλείου ανοιχτού λογισμικού Rasa Stack, μαζί με αλγορίθμους που βασίζονται στην εξόρυξη δεδομένων από το διαδίκτυο και τη διασύνδεση με εξωτερικά API.³⁶

³⁶ Τα δύο πιο συχνά είδη νευρωνικών δικτύων που χρησιμοποιούνται για προβλήματα κειμένου και κατά συνέπεια έχουν εφαρμογή στην ανάπτυξη διαλογικών πρακτόρων, είναι τα αναδρομικά νευρωνικά δίκτυα (:recurrent neural networks, RNN) και τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (:convolutional neural networks, CNN). [Μπόλλας:2019] Για παρουσίαση με συστηματικό τρόπο των σημαντικότερων μοντέλων νευρωνικών δικτύων, βλ. [Διαμαντάρας:2007]. Για περιορισμούς που έχουν οι προσεγγίσεις με τη χρήση νευρωνικών δικτύων, βλ. [Galitsky:2019].

- **Με Botsociety, Dialogflow-Google Assistant, Datagrip και Postman.** Στην εργασία του [Gorgias:2020] παρουσιάζεται η υλοποίηση ενός chatbot που βοηθάει τους χρήστες να βρουν το πλησιέστερο και φθηνότερο βενζινάδικο. Η υλοποίηση χωρίζεται σε τέσσερα μέρη τα οποία είναι α) η υλοποίηση ενός web scraper που είναι μια διαδικασία συλλογής πληροφοριών από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας για τις τιμές της βενζίνης για όλα τα πρατήρια στην Ελλάδα, β) ο σχεδιασμός και η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για την αποθήκευση των δεδομένων, γ) η υλοποίηση ενός RESTful API το οποίο θα είναι διαθέσιμο ανά πάσα στιγμή για να εξυπηρετεί και να απαντά σε αιτήματα, και δ) ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του πρωτότυπου chatbot.
- **Με Rasa Stack framework και Python.** Ο [Παπαδόπουλος:2020] περιγράφει βήμα προς βήμα την υλοποίηση ενός chatbot το οποίο σε πραγματικό χρόνο μπορεί να εξυπηρετεί και να απαντά απευθείας σε φυσική γλώσσα τις απορίες των χρηστών για την πλοήγηση και τις δυνατότητες της εφαρμογής «e-Synoikia».
- **Με ChatterBot σε Python.** Στην εργασία του [Ταταρίδης:2019] παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός chatbot ονόματι Μιληστερός με τη χρήση της βιβλιοθήκης ChatterBot σε Python που θα απαντά σε ερωτήσεις των πρωτοετών φοιτητών για την πανεπιστημιούπολη και τις υπηρεσίες του πανεπιστημίου.



Η αρχιτεκτονική του chatbot Μιληστερού.

- **Με Rasa Framework και Python.** Αντικείμενο της εργασίας του [Γρηγορίου:2020] είναι η παρουσίαση της ανάπτυξης ενός διαλογικού πράκτορα με την χρήση του Rasa Framework και της Python, ο οποίος θα απαντά σε ερωτήσεις συγκεκριμένου ενδιαφέροντος.
- **Στο Facebook Messenger και με Python.** Στο κεφάλαιο 4 “Developing a Chatbot,” οι συγγραφείς [Goyal et al:2018] περιλαμβάνουν μια ενότητα στην οποία υλοποιούν ένα βασικό σύστημα chatbot βασισμένο σε κανόνες (στην πλατφόρμα του Facebook Messenger και εξυπηρετητή στο Heroku) και μια ενότητα στην οποία εξετάζεται η εκπαίδευση ενός μοντέλου επαναλαμβανόμενου νευρωνικού δικτύου (RNN) από ακολουθία σε ακολουθία (seq2seq) σε ένα δημόσια διαθέσιμο σύνολο δεδομένων. Το chatbot θα είναι σε

θέση να απαντά σε συγκεκριμένες ερωτήσεις που τίθενται στον τομέα ενός συγκεκριμένου συνόλου δεδομένων στον οποίο έχει εκπαιδευτεί το μοντέλο. Παρόμοια, [Raj:2019] (και μέσω Dialogflow και Rasa NLU).

- **Με Keras και Tensorflow.** Στο έργο του [Biswas:2018] παρουσιάζεται συνοπτικά η υλοποίηση chatbot μέσω του πλαισίου λειτουργίας βαθιάς μάθησης γνωστό ως Keras.
- **Με TFLearn για το Tensorflow και Python.** Εδώ [gk_:2017] παρουσιάζεται βήμα-βήμα η δημιουργία πλαισίου λειτουργίας ενός chatbot και η δημιουργία ενός μοντέλου συνομιλίας για ένα τουριστικό κατάστημα ενοικίασης μοτοποδηλάτων. Αρχικά, μετασχηματίζει τους ορισμούς των προθέσεων συνομιλίας σε ένα μοντέλο Tensorflow. Στη συνέχεια, δημιουργεί ένα πλαίσιο λειτουργίας chatbot για την επεξεργασία των απαντήσεων. Τέλος, το βασικό πλαίσιο ενσωματώνεται στον επεξεργαστή αποκρίσεων.

Ο [Raj:2019] μας υπενθυμίζει ότι το «Zen της Python» του Tim Peters εφαρμόζεται ουσιαστικά και στην υλοποίηση των chatbot:

Το όμορφο είναι καλύτερο από το άσχημο.

Το ρητό είναι καλύτερο από το υπονοούμενο.

Το απλό είναι καλύτερο από το σύνθετο.

Το σύνθετο είναι καλύτερο από το περίπλοκο.

Το επίπεδο είναι καλύτερο από το φωλιασμένο.

Το αραιό είναι καλύτερο από το πυκνό.

Η αναγνωσιμότητα μετράει.

Οι ειδικές περιπτώσεις δεν είναι αρκετά ειδικές για να παραβιάζουν τους κανόνες.

Αν και η πρακτικότητα νικάει την καθαρότητα.

Τα λάθη δεν πρέπει ποτέ να περνούν σιωπηλά.

Εκτός αν αποσιωπούνται ρητά.

Μπροστά στην ασάφεια, αρνηθείτε τον πειρασμό να μαντέψετε.

Θα πρέπει να υπάρχει ένας—και κατά προτίμηση μόνο ένας—προφανής τρόπος για να το κάνετε.

Αν και αυτός ο τρόπος μπορεί να μην είναι προφανής στην αρχή, εκτός αν είστε Ολλανδοί.

Καλύτερα τώρα παρά ποτέ.

Αν και το ποτέ είναι συχνά καλύτερο από το *αμέσως* τώρα.

Αν η εφαρμογή είναι δύσκολο να εξηγηθεί, τότε είναι κακή ιδέα.

Αν η υλοποίηση είναι εύκολο να εξηγηθεί, τότε μπορεί να είναι καλή ιδέα.

Οι χώροι ονομάτων (:namespaces) είναι μια καταπληκτική ιδέα—ας δημιουργήσουμε κι άλλες τέτοιες ιδέες!

04. Αξιολόγηση και αποτίμηση

Όπως κάθε ζωντανό και αναπτυσσόμενο σύστημα, η τεχνολογία των chatbot παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα έναντι εναλλακτικών ή ήδη υπαρχουσών λύσεων. Η αντιμετώπισή τους και η εκτίμηση της σημασίας τους για την εκάστοτε υλοποίηση παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής της τρέχουσας κατάστασης αλλά και δίνει τη δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης με τρόπο εμπειριστατωμένο.

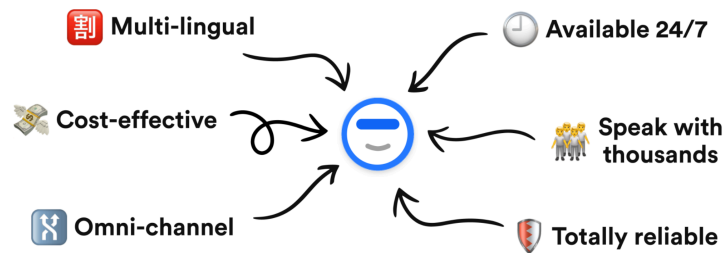
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υιοθέτησης των συστημάτων chatbot σε ένα γενικό επίπεδο.

04.01 Πλεονεκτήματα

Η τεχνολογία των chatbot παρουσιάζει πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα ως προς τα τις ζωντανές συζητήσεις ή τα κέντρα επαφής πελατών με τους εταιρικούς εκπροσώπους. Τα πλεονεκτήματα μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

1. οικονομική απόδοση
2. αδιάλειπτη διαθεσιμότητα 24/7
3. ταχύτητα απόκρισης
4. μείωση της πίεσης στο προσωπικό εξυπηρέτησης πελατών μέσω διαβάθμισης και διαλογής των αιτημάτων
5. ακρίβεια κατανόησης και αξιοπιστία
6. βελτιωμένη εμπειρία πελατών
7. συμμόρφωση με εταιρικούς κανονισμούς/νομοθεσίες
8. δυνατότητα κλιμακωτής ανάπτυξης
9. συγκέντρωση πλήθους δεδομένων έτοιμων προς ανάλυση

10. ευχέρεια στη διαγλωσσική ανάπτυξη
11. πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας
12. παράλληλη παροχή υπηρεσιών σε μεγάλο όγκο χρηστών
13. συνεχής βελτίωση και εξέλιξη των εμπλεκόμενων τεχνολογιών



Βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης των chatbot.
 [Πηγή: <https://wotnot.io/>]

04.02 Μειονεκτήματα

Τα chatbot μπορεί να παρουσιάσουν διάφορα προβλήματα που αφορούν στη λειτουργία τους. Τα κυριότερα θέματα που ενδέχεται να ανακύψουν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις κύριους τομείς:

1. έλλειψη δεδομένων εκπαίδευσης
2. πεινχρή διαλογική κατανόηση
3. δυσχέρεια στη δημιουργία διαγλωσσικής απήχησης
4. δυσχέρειες λόγω κανονισμών προστασίας προσωπικών δεδομένων

Από την πλευρά των χρηστών, υπάρχουν παράγοντες που τους αποτρέπουν από την χρήση των chatbot. Σύμφωνα με μια έρευνα που έγινε στις ΗΠΑ τον Μάιο του 2018, οι παράγοντες που ανέφεραν οι χρήστες ότι τους προκαλούν συστολή είναι οι εξής [Garcia:2018]:

- το 50,7% δήλωσε ότι αποτελεί εμπόδιο για την ζωντανή επικοινωνία με έναν άνθρωπο
- το 47,5% δήλωσε ότι λάβαινε υπερβολικά πολλές αποκρίσεις που δεν ήταν υποβοηθητικές

- το 39,5% δήλωσε ότι τα chatbot τούς ανακατευθύνουν στο τμήμα συχνών ερωτήσεων (FAQs)
- το 28,2% ανέφερε ότι έλαβαν μη ικανοποιητικές προτάσεις από τα chatbot
- το 25% δήλωσαν ενοχλημένοι από τις προτροπές στα αναδυόμενα παράθυρα
- το 24,9% θεώρησε ενοχλητικές τις μη αναγκαίες αβρότητες
- το 24% δήλωσε ενοχλημένο από τον υπερβολικό χρόνο αναμονής για απόκριση
- το 19,7% υποστήριξε ότι τα δεδομένα που του έγιναν διαθέσιμα ήταν σε κάθε περίπτωση ανεπαρκή

Από την πλευρά των εταιριών και οργανισμών, παρόμοια, υπάρχουν προβλήματα και σφάλματα που εμφανίστηκαν κατά την χρήση των chatbot, τα οποία κάνουν τους χρήστες πιο επιφυλακτικούς στη χρήση αυτής της τεχνολογίας. Σύμφωνα με μια έρευνα που έγινε επίσης στις ΗΠΑ το 2018, οι χρήστες ανέφεραν τις εξής δυσκολίες κατά την χρήση των chatbot [Tsai:2018]:

- το 59% δήλωσαν ότι παρενοήθησαν από τα chatbot τα αιτήματά τους
- ένα άλλο 59% αναφέρθηκε στις παρανοήσεις των αποχρώσεων της ανθρώπινης γλώσσας
- το 30% δήλωσε ότι εκτελέστηκαν ανακριβείς εντολές
- το 29% δήλωσε δυσκολία από μέρους των chatbot να αντιληφθούν τις διαφορετικές προφορές
- το 23% δήλωσε την αδυναμία των chatbot να ξεχωρίσουν τη φωνή του «ιδιοκτήτη» τους
- το 14% δήλωσε ότι ήταν ανακριβείς οι πληροφορίες που παρασχέθηκαν
- το 1% αναφέρθηκε σε περιπτώσεις εσφαλμένων συναγεργμών για έκτακτα περιστατικά
- και ακόμη 1% αναφέρθηκε στην χρήση απρεπούς/προσβλητικής γλώσσας

Για την αξιολόγηση των συστημάτων έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογίες. Ο J. Nielsen εισήγαγε πέντε βασικούς μετρήσιμους δείκτες όσον αφορά στην ευχρηστία ενός λογισμικού ή υπολογιστικού συστήματος, οι οποίοι είναι οι εξής:

- η μέγιστη απόδοση του χρήστη, όταν έχει πλέον έχει γίνει έμπειρος χρήστης
- η ευκολία εκμάθησης της χρήσης ενός συστήματος μέχρι του σημείου να αξιοποιεί τις λειτουργίες του

- τα λάθη τα οποία καθυστερούν τον χρήστη και μειώνουν την αποδοτικότητα του συστήματος
- η μνημονικότητα (:memorability) του περιοδικού χρήστη, εκείνου δηλαδή που δεν χρησιμοποιεί συχνά το σύστημα
- η ικανοποίηση που δηλώνει ο χρήστης του συστήματος

Για μια επισκόπηση περισσότερων κατηγοριών μεθόδων αξιολόγησης και της σχετικής βιβλιογραφίας, βλ. [Θεοχαρόπουλος:2020].

05. Κριτήρια κατηγοριοποίησης και αξιολόγησης

Τα κριτήρια κατηγοριοποίησης αποσκοπούν στην μεθοδική καταγραφή των chatbot με βάση τα χαρακτηριστικά ευφυίας που διαθέτουν. [Chaves & Gerosa:2019] Με αυτό τον τρόπο είναι επίσης δυνατή η αξιολόγησή τους με τρόπο συστηματικό. Επιπρόσθετα, όπως εξετάζεται από τον [Grochow:2020], η ταξινόμηση των chatbot μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στον σχεδιασμό αυτών των ευφύων βοηθών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά πρώτα οι γενικές κατηγοριοποιήσεις βάσει κάποιων επιμέρους χαρακτηριστικών, ενώ στη συνέχεια αναφέρονται τρεις πιο σύγχρονες κατηγοριοποιήσεις που έχουν πιο ολιστική περιγραφή των χαρακτηριστικών των chatbot.

05.01 Γενικές κατηγοριοποιήσεις

Ακολουθούν τέσσερις κατηγοριοποιήσεις βάσει ορισμένων βασικών χαρακτηριστικών των chatbot [Adamopoulou & Moussiades:2020][Θεοχαρόπουλος:2020][Sandu & Gide: 2019][Shevat:2017]:

Βάσει της πολυπλοκότητας: Σύμφωνα με τους [Babar et al:2011], τα chatbot μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση την πολυπλοκότητά τους κατά την προετοιμασία των αποκρίσεών τους και χωρίζονται: α) σε chatbot βασιζόμενα στην ανάκτηση πληροφορίας (:retrieval-based), τα οποία είναι πιο απλά στον σχεδιασμό και χρησιμοποιούνται για υλοποιήσεις που παρέχουν απλές αποκρίσεις σε ερωτήματα ή εντολές, και β) σε παραγωγικά chatbot (:generative), τα οποία απαιτούν την κατασκευή

μοναδικών αποκρίσεων που λαβαίνουν υπόψη την εκάστοτε συνάφεια του ερωτήματος του χρήστη.

Βάσει του τομέα γνώσης: Ο τομέας γνώσης στον οποίο δραστηριοποιούνται και παρέχουν υπηρεσίες τα chatbot είναι ακόμη χαρακτηριστικό κατηγοριοποίησης. Αυτού του τύπου τα chatbot χωρίζονται: α) σε ανοιχτού τύπου, τα οποία αποκρίνονται σε γενικές ερωτήσεις, χωρίς να εξειδικεύονται σε κάποιον συγκεκριμένο τομέα γνώσης και β) σε κλειστού τύπου, τα οποία έχουν κατασκευαστεί για έναν συγκεκριμένο τομέα γνώσης και εξειδίκευσης.

Βάσει του τρόπου απόκρισης: Στην κατηγοριοποίηση με βάση την απόκριση διακρίνονται α) στα chatbot που διαθέτουν την ικανότητα να λαμβάνουν δεδομένα σε μορφή φυσικής γλώσσας, να τα επεξεργάζονται και να παράγουν απόκριση στην ίδια γλώσσα και β) σε αυτά που λειτουργούν και αποκρίνονται βάσει συγκεκριμένων κανόνων. Υπάρχουν και τα υβριδικά chatbot τα οποία συνδυάζουν χαρακτηριστικά αυτών των δύο κατηγοριών.

Βάσει των παρεχόμενων υπηρεσιών: Βάσει των υπηρεσιών που παρέχουν, τα chatbot διακρίνονται σε αυτά που προφέρουν α) διαπροσωπικές (:interpersonal) υπηρεσίες, για την ώθηση του χρήστη προς έναν συγκεκριμένο στόχο, β) ενδοπροσωπικές (:intrapersonal), επικεντρώνονται σε έναν συγκεκριμένο τομέα και περιλαμβάνει την ικανότητα γνώσης σε προσωπικό επίπεδο και γ) διαπρακτορικές (:inter-agent) υπηρεσίες, αυτών που βασίζονται στις υπηρεσίες μάθησης βάση εργασιών.

		ELIZA	JABBERWACKY	WATSON	SIRI	ALEXA	GOOGLE ASSISTANT	Bitbucket Slack app
Knowledge Domain	Open Domain			•	•	•	•	
	Closed Domain	•	•					•
Services Provided	Interpersonal	•	•				•	
	Internal			•				•
Objectives	Inter-agent				•	•		
	Informative	•	•					•
	Chatbased/Conversational			•	•	•	•	
	Task-based							
Guidance - Response Generation Meth	Ruled based	•	•			•		
	Retrieval based			•	•	•	•	•
Communication Channel	Generative Model				•	•	•	
	Voice					•		
Build Method	Text	•	•	•				•
	Both				•		•	
Direction	Open-source			•	•	•		
	Closed platforms	•					•	•
	Input	•	•				•	•
	Output						•	•
	Both			•	•	•		

Βασικά συγκρίσιμα χαρακτηριστικά
εφαρμοζόμενα δειγματοληπτικά σε γνωστές εφαρμογές ψηφιακών βοηθών.
[Τόζιου:2021]

05.02 Κατηγοριοποίηση κατά Knote et al

Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των [Knote et al:2019], τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τον βαθμό αλληλεπίδρασης από το 1 ως το 5 και τον βαθμό ευφυίας από το 6 ως το 10:

1. **Καταστάσεις επικοινωνίας:** Αφορά στον αισθητηριακό τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η επικοινωνία του chatbot με τον χρήστη.
2. **Κατευθύνσεις προσδιορισμένης αλληλεπίδρασης:** Αφορά στις προκαθορισμένες κατευθύνσεις επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών και του chatbot. Θα μπορούσε να είναι είτε μονόδρομη προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση είτε αμφίδρομη.
3. **Είσοδος αιτημάτων:** Περιγράφει τον τρόπο που διατυπώνονται τα αιτήματα προς το chatbot.
4. **Έξοδος αποκρίσεων:** Περιγράφει τον τρόπο που διαμορφώνονται οι αποκρίσεις του chatbot στα αιτήματα των χρηστών.
5. **Δράση:** Αφορά στον τρόπο ενέργειας που αναμένεται να ανταποκριθεί το chatbot.
6. **Πεδίο υποβοήθησης:** Καθορίζει τόσο τις λειτουργικές ικανότητες όσο και τα γνωστικά μοντέλα που πρέπει να υλοποιηθούν ώστε να είναι δυνατή η παροχή βοήθειας σε συγκεκριμένες καταστάσεις.

7. **Αποδεκτές εντολές:** Παρέχει έλεγχο στην συμπεριφορά του chatbot. Αφορά στο βαθμό πολυπλοκότητας των εντολών που έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει το chatbot αλλά και τον βαθμό ελέγχου επί του chatbot που παρέχεται στον χρήστη.
8. **Προσαρμοστικότητα:** Αφορά στην ικανότητα του συστήματος να μαθαίνει από την ερμηνεία ενός συχνά ικανού όγκου δεδομένων και να προσαρμόζει τις υπηρεσίες υποβοήθησης αναλόγως.
9. **Συλλογική ευφυΐα:** Περιγράφει την ικανότητα μάθησης, κατανόησης και προσαρμογής σε ένα δεδομένο περιβάλλον με χρήση της γνώσης που σταδιακά συλλέγεται από τα πλήθη των χρηστών.
10. **Ενσωμάτωση:** Περιγράφει τη φιλόδοξη προοπτική να παρουσιαστεί προς τον χρήστη ένας σαφώς προσδιορισμένος αντίστοιχός του που θα του παράσχει προσωπική βοήθεια. Αυτό το χαρακτηριστικό αναφέρεται ως *ανθρωπομορφισμός* που έχει οριστεί ως «ο ενσυνείδητος μηχανισμός για τον οποίο οι άνθρωποι συμπεραίνουν ότι μια μη ανθρώπινη οντότητα έχει ανθρωποειδή χαρακτηριστικά και εγγυάται την ανθρωποειδή αντιμετώπιση».
[Purington:2017][Hingston:2012]

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά με τις επιμέρους δυνατές καταστάσεις που μπορούν να λάβουν εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Καταστάσεις επικοινωνίας
Κείμενο Φωνή Όραση Κείμενο και όραση Φωνή και όραση Παθητική / παρατηρητική
Κατευθύνσεις προσδιορισμένης αλληλεπίδρασης
χρήστης-προς-σύστημα σύστημα-προς-χρήστη αμφίδρομη
Είσοδος αιτημάτων
Επίσημες προτροπές Φυσική γλώσσα Αισθητηριακά δεδομένα
Έξοδος αποκρίσεων

Όραση Φωνή Φωνή και όραση
Δράση Εκτέλεση καμίας υπηρεσίας Εκτέλεση υπηρεσίας
Πεδίο υποβοήθησης Γενικό Ειδικό
Αποδεκτές εντολές Καμία Χειρωνακτική εισαγωγή δεδομένων Απλές εντολές Σύνθετες εντολές
Προσαρμοστικότητα Στατική συμπεριφορά Προσαρμοστική συμπεριφορά
Συλλογική ευφύια Καμία εμπλοκή πλήθους χρηστών Εμπλοκή πλήθους χρηστών
Ενσωμάτωση Καμία Εικονικός χαρακτήρας Τεχνητή φωνή Εικονικός χαρακτήρας με φωνή

05.03 Κατηγοριοποίηση κατά Borsci et al

Η κατηγοριοποίηση που προτάθηκε από τους [Borsci et al:2021] έγινε με βάση την χρηστικότητα και τον βαθμό ικανοποίησης των τελικών χρηστών κατά την αλληλεπίδραση τους με τα chatbot. Ακολουθεί η απαρίθμησή τους μαζί με μια συνοπτική περιγραφή του κάθε χαρακτηριστικού:

1. **Χρόνος απόκρισης.** Το chatbot αναμένεται να μπορεί να ανταποκρίνεται έγκαιρα σε αιτήματα.
2. **Πολυνηματική συνομιλία.** Το chatbot αναμένεται να μπορεί να αναγνωρίζει και να επεξεργάζεται ταυτόχρονα πολλά και παράλληλα θέματα κατά τη διάρκεια της συνομιλίας.

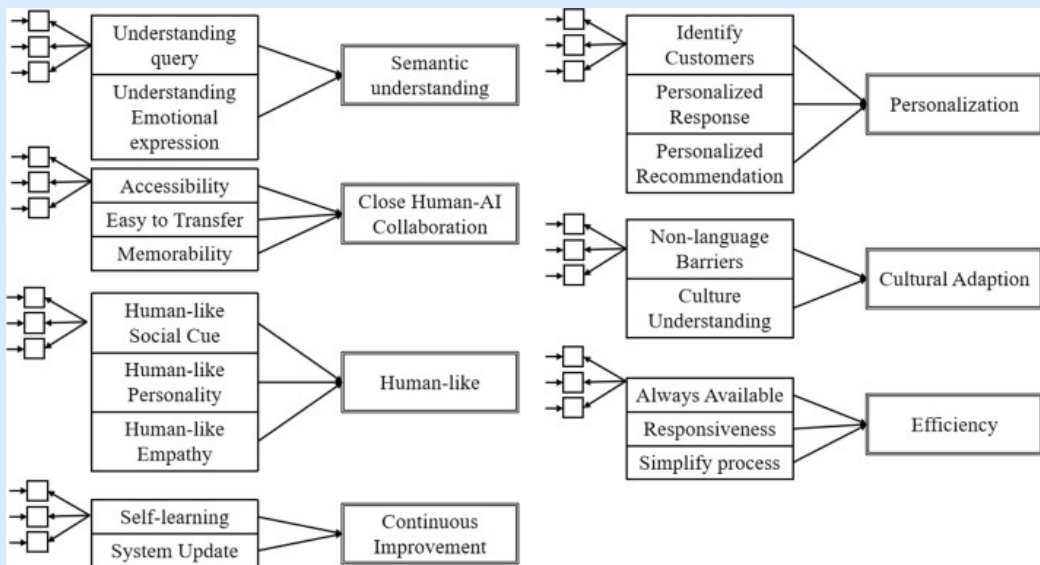
3. **Βέλτιστη εκφραστική ποσότητα.** Το chatbot ανταποκρίνεται με κατατοπιστικό τρόπο χωρίς να προσθέτει υπερβολικά πολλές πληροφορίες.
4. **Βέλτιστη εκφραστική ποιότητα.** Το chatbot έχει την ικανότητα να μεταδώσει ορθές δηλώσεις και πληροφορίες (αντιληπτή αξιοπιστία).
5. **Βέλτιστοι τρόποι συμπεριφοράς.** Το chatbot καθιστά σαφή τον σκοπό του χωρίς ασάφεια (κατανοητότητα).
6. **Βέλτιστες σχέσεις.** Το chatbot συνεισφέρει με τρόπο σχετικό και κατάλληλο για τις ανάγκες των ανθρώπων σε κάθε στάδιο.
7. **Κατάλληλο γλωσσικό στυλ.** Το chatbot χρησιμοποιεί κατάλληλο και ακριβές στυλ γλώσσας για το περιβάλλον.
8. **Αναφορά στην υπηρεσία.** Το chatbot σχεδιάζεται για να χρησιμοποιεί το περιβάλλον (πληροφορίες, επιλογές, κουμπιά στην οθόνη κ.λπ.) για να καθοδηγήσει τον χρήστη προς τον στόχο του.
9. **Οπτική εμφάνιση.** Η σχεδιασμένη εμφάνιση πλαισίων διαλόγου, avatar, χρήση γραμματοσειρών κ.λπ. ενός chatbot.
10. **Τόνος φωνής.** Το chatbot έχει κατάλληλη εκφραστικότητα (τονικότητα, συναισθηματικές πληροφορίες μέσω του τόνου) και ακρίβεια για τη λειτουργία μετατροπής κειμένου σε ομιλία.
11. **Ενσωμάτωση στον ιστότοπο ή την πλατφόρμα (ορατότητα).** Το chatbot βρίσκεται επί της οθόνης, είναι ορατό και είναι αισθητή η καλή του ενσωμάτωση.
12. **Αξιοπρεπής απόκριση σε απροσδόκητες καταστάσεις.** Το chatbot είναι ικανό να χειρίζεται με τρόπο αξιοπρεπή απροσδόκητα γεγονότα, όπως η σύγχυση των γραμμών επικοινωνίας ή η διακοπή στην πορεία μιας συνομιλίας κ.λπ.
13. **Αναγνώριση και διευκόλυνση των στόχων και των προθέσεων των χρηστών.** Το chatbot είναι ικανό να αναγνωρίσει την εκάστοτε πρόθεση του χρήστη και να καθοδηγήσει τον χρήστη στην επίτευξη των στόχων του.
14. **Ποικιλία αποκρίσεων.** Το chatbot είναι ικανό να ανταποκρίνεται με διαφορετικούς και κατάλληλους τρόπους σε παρόμοια ή επαναλαμβανόμενα αιτήματα.
15. **Αισθητή ευκολία χρήσης.** Η αλληλεπίδραση με το chatbot γίνεται αντιληπτή ως απαλλαγμένη από σφάλματα.

16. **Εμπλοκή στην επίλυση προβλημάτων επί τόπου.** Το chatbot είναι ικανό να λύνει προβλήματα άμεσα επί τόπου.
17. **Δυνατότητα διατήρησης θεματικής συζήτησης.** Το chatbot διατηρεί ένα θέμα συζήτησης αφότου ξεκινήσει και παρακολουθεί το πλαίσιο της συζήτησης για να κατανοήσει τις δηλώσεις του χρήστη.
18. **Εύρος γνώσης.** Το chatbot είναι ικανό να επιδείξει γνώσεις που αφορούν το άμεσο γνωσιακό πεδίο κατά τη διάρκεια μιας συνομιλίας.
19. **Πρωτοβουλία.** Το chatbot μπορεί να ξεκινήσει συνομιλία (ή να κάνει υποβοηθητικές υποδείξεις) με σκοπό τη συνέχιση της συζήτησης κάνοντας προτάσεις κ.λπ.
20. **Προσωπικότητα.** Το chatbot μεταδίδει την αίσθηση προσωπικότητας παρέχοντας χαιρετισμούς, συστήνοντας τον εαυτό του, μέσω ενσυναίσθησης, παροχής πληροφοριών κ.λπ.
21. **Απόλαυση αλληλεπίδρασης.** Το chatbot γίνεται αισθητό ως ευχάριστο και ελκυστικό στην αλληλεπίδραση μαζί του.
22. **Ανάγνωση και απόκριση στις διαθέσεις του συμμετέχοντα.** Το chatbot είναι ικανό να αναγνωρίσει κατάλληλα τη διάθεση του χρήστη από τη συνομιλία και να απαντήσει ανάλογα.
23. **Εναισθησία σε θέματα ασφάλειας και κοινωνικών ανησυχιών.** Το chatbot είναι ικανό να αναγνωρίζει και να ανταποκρίνεται σε θέματα ασφάλειας ή κοινωνικών ανησυχιών και να παραπέμπει έναν χρήστη στη γραμμή βοήθειας εφόσον κριθεί απαραίτητο.
24. **Καλύπτει ανάγκες διαφορετικότητας.** Το chatbot είναι ικανό να καλύπτει ανάγκες και να χρησιμοποιηθεί από χρήστες ανεξάρτητα από τις συνθήκες υγείας, την ευημερία, την ηλικία κ.λπ.
25. **Αξιοπιστία (γενική αίσθηση εμπιστοσύνης).** Το chatbot θεωρείται ως ένα υπεύθυνο και αξιόπιστο εργαλείο που επιτρέπει στους χρήστες να επιτύχουν τους στόχους τους.
26. **Ιχνηλάτιση και επανεξέταση διαδικασιών.** Το chatbot φαίνεται να μπορεί να παρέχει πληροφορίες και να κρατάει ενήμερους τους χρήστες σχετικά με την κατάστασή τους και την πρόοδό τους προς την επίτευξη του στόχου.
27. **Απόρρητο και ασφάλεια χρήστη.** Το chatbot έχει την ικανότητα να προστατεύει το απόρρητο του χρήστη και να λαμβάνει τις κατάλληλες αποφάσεις για λογαριασμό του χρήστη.

05.04 Κατηγοριοποίηση κατά Chen et al

Η κατηγοριοποίηση που προτάθηκε από τους [Chen et al:2022] έγινε με σκοπό την αξιολόγηση βάσει μετρήσιμων κριτηρίων της ποιότητας παροχής υπηρεσιών από τα chatbot. Σε αυτήν περιλαμβάνονται επτά διαστάσεις:

1. **Σημαιολογική κατανόηση:** Αφορά στην κατανόηση ερωτημάτων και συναισθηματικών εκφράσεων.
2. **Στενή συνεργασία ανθρώπου-AI:** Περιλαμβάνει την ευκολία προσβασιμότητας και διαθεσιμότητας, την ευκολία μετάβασης από και προς την βοήθεια από ανθρώπινο εκπρόσωπο και την ικανότητα απομνημόνευσης.
3. **Ανθρωποφανής (:human-like):** Αφορά στην αντίληψη πληροφορικών πίσω από κοινωνικές συμβάσεις και υπαινιγμούς, την εμφάνιση χαρακτηριστικών που προσομοιάζουν στην ανθρώπινη προσωπικότητα (ανθρωποφάνεια), ενώ αναμένεται, επίσης, να δείχνει ενσυναίσθηση προς τους χρήστες.
4. **Συνεχής βελτίωση:** Αναφέρεται στο επιζητούμενο της αυτοβελτίωσης και αυτομάθησης και συνεχούς ενημέρωσης του συστήματος.
5. **Προσωποποιημένη υπηρεσία:** Αφορά στην επιτυχή ταυτοποίηση του χρήστη εκ μέρους του chatbot και την προσωποποιημένη απόκριση και παροχή συστάσεων.
6. **Πολιτιστική προσαρμογή:** Περιλαμβάνει την υπέρβαση των γλωσσικών φραγμών και την κατανόηση και προσαρμογή στην πολιτιστική ταυτότητα του χρήστη.
7. **Αποδοτικότητα:** Αφορά στην αδιάλειπτη διαθεσιμότητα, την ανταποκρισιμότητα (:responsiveness) και την απλοποίηση των διαδικασιών που απαιτούνται κατά την αλληλεπίδραση με τον χρήστη.



Κατηγοριοποίηση με βάση το μετρικό μοντέλο των [Chen et al:2022].

Τα παραπάνω κριτήρια κατηγοριοποίησης μπορούν να συμβάλουν στον πιο αποδοτικό σχεδιασμό των chatbot. Σκοπός είναι η βελτιστοποίηση της αλληλεπίδρασης και της αποδοχής των υπηρεσιών των chatbot από τους χρήστες.

06. Ανοιχτά ερευνητικά προβλήματα προς μελλοντική επίλυση

Η κατεύθυνση της εξέλιξης που θα έχουν τα chatbot δεν μπορεί να προβλεφθεί με βεβαιότητα. Τα chatbot, όπως και όλα τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, θα αξιοποιηθούν περαιτέρω για τον εμπλουτισμό και την βελτιστοποίηση των ανθρώπινων δυνατοτήτων και θα απελευθερώσουν την ανθρώπινη δημιουργικότητα και πρωτοτυπία, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα να δαπανάται περισσότερος χρόνος στην ανάπτυξη νέων στρατηγικών παρά σε τετριμμένες δραστηριότητες.

Στο κοντινό μέλλον, όταν η ΑΙ θα συνδυαστεί με την ανάπτυξη και εφαρμογή του τηλεπικοινωνιακού προτύπου κυψελωτών δικτύων ευρείας εμβέλειας 5G, οι επιχειρήσεις, οι εργαζόμενοι και οι καταναλωτές είναι πολύ πιθανό να απολαμβάνουν εμπλουτισμένα χαρακτηριστικά όπως είναι οι γρήγορες συστάσεις και προβλέψεις και η εύκολη πρόσβαση σε τηλεδιασκέψεις με βίντεο υψηλής ανάλυσης στα πλαίσια ενός διαλόγου. Τέτοιου είδους δυνατότητες βρίσκονται σε φάση διερεύνησης και πρόκειται να εξελιχθούν ταχύτατα καθώς η διαδικτυακή συνδεσιμότητα, η ΑΙ, η NLP και η ML θα αναπτύσσονται. Τελικά, κάθε άνθρωπος θα μπορεί να έχει έναν πλήρως λειτουργικό προσωπικό βοηθό στην τσέπη του, καθιστώντας κατ' αυτό τον τρόπο τον κόσμο πιο αποτελεσματικό και διασυνδεδεμένο μέρος για διαβίωση και εργασία. [Ramamurthy et al:2017]

Λαβαίνοντας υπόψη την προηγούμενη έρευνα στο συγκεκριμένο αντικείμενο, οι [Følstad et al:2021] πρότειναν ένα μοντέλο έξι θεματικών αξόνων, στους οποίους οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να δώσουν έμφαση:

1. **Χρήστες και επιπτώσεις:** Αφορά α) στις εμφανιζόμενες ομάδες χρηστών των chatbot και τις αντίστοιχες συμπεριφορές και β) στις κοινωνικές επιπτώσεις των chatbot.
2. **Εμπειρία των χρηστών chatbot και σχεδιασμός:** Περιλαμβάνει α) τον σχεδιασμό για την βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών και β) την μοντελοποίηση και αποτίμηση της εμπειρίας των χρηστών.
3. **Πλαίσια και πλατφόρμες chatbot:** Εμπεριέχει α) τις ικανότητες ερμηνείας και κατανόησης της εκάστοτε συνάφειας (:context) και β) τις αναδυόμενες τεχνικές για τον σχεδιασμό και τις διαδικασίες ελέγχου των chatbot.
4. **Chatbot για συνεργασία:** Αφορά α) την μοντελοποίηση της συνεργασίας ανθρώπου-chatbot και β) τις εμπειρικές διερευνήσεις της συνεργασίας ανθρώπου-chatbot.
5. **Εκδημοκρατισμός των chatbot—chatbot για όλους:** Περιλαμβάνει α) την λειτουργία των chatbot ως κοινωνικό αγαθό και β) τον συμπεριληπτικό σχεδιασμό μαζί και για ποικίλες ομάδες χρηστών.
6. **Ηθική και ιδιωτικότητα στα chatbot:** Αφορά α) στην κατανόηση της ηθικής και της ιδιωτικότητας των chatbot και β) την ηθική κατά τον σχεδιασμό των chatbot.³⁷

Είναι βέβαιο ότι η εφαρμογή των τεχνολογιών chatbot σε ολοένα και περισσότερους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας θα φέρει στο προσκήνιο και άλλα ζητήματα για περαιτέρω διερεύνηση.

³⁷ Βλ. [Τέγου:2021].

Βιβλιογραφία

- **Adamopoulou, E., & Moussiades, L.**, “An Overview of Chatbot Technology,” Maglogiannis, I., Iliadis, L. & Pimenidis, E. (επιμ.), *IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations*, **2020**, σσ. 373–383.
- **Adiwardana, D., et al**, “Towards a Human-like Open-Domain Chatbot,” 27 Ιανουαρίου **2020**, < arXiv:2001.09977 >.
- **Adobe Analytics Survey**, “State of Voice Technology for Brands,” Μάρτιος **2019**, < <https://www.slideshare.net/adobe/state-of-voice-technology-for-brands-145863065> >.
- **Augello, A., et al**, “An overview of open-source chatbots social skills,” στο Diplaris, S., Satsiou, A., Følstad, A., Vafopoulos, M. & Vilarinho, T. (επιμ.) *International Conference on Internet Science (INSCI) 2017. LNCS*, Springer, Cham, **2018**, τόμ. 10750, σσ. 236–248.
- **Babar, Z., et al**, “Chatbot Design-Reasoning about design options using i* and process architecture,” *Proceedings of the 10th International i* Workshop*, **2011**, σσ. 1–6.
- **Bhalley, R.**, *Deep Learning with Swift for TensorFlow: Differentiable Programming with Swift*, Apress, **2021**.
- **Biswas, M.**, *Beginning AI Bot Frameworks: Getting Started with Bot Development*, Apress, **2018**.
- **Borsci, S., et al**, “The Chatbot Usability Scale: The Design and Pilot of a Usability Scale for Interaction with AI-Based Conversational Agents.” *Personal and Ubiquitous Computing*, αρ. 26(1), **2021**, σσ. 95–119.

- **Brandtzaeg, P.B. & Følstad, A.**, Why People Use Chatbots, Proceedings of the 4th International Conference on Internet Science, 22-24 November, **2017**, Thessaloniki, Greece.
- **Bruner, J. & Barlow, M.**, *What Are Conversational Bots?*, O'Reilly Media, **2016**.
- **Bryan, J.**, “4 Trends in Gartner Hype Cycle for Customer Service and Customer Engagement,” *Gartner*, 10 Σεπτεμβρίου **2018**, <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/4-trends-gartner-hype-cycle-customer-service-customer-engagement>>.
- *Chatbots Magazine*, “Chatbot Report 2019: Global Trends and Analysis,” 19 Απριλίου **2019**.
- **Chaves, A.P., & Gerosa, M.**, “How should my chatbot interact? A survey on human-chatbot interaction design,” 4 Απριλίου **2019**, < <https://arxiv.org/abs/1904.02743> >.
- **Chen, Q., et al**, “Classifying and measuring the service quality of AI chatbot in frontline service,” *Journal of Business Research*, τόμ. 145, Ιούνιος **2022**, σσ. 552–568.
- **Collins, E. & Ghahramani, Z.**, “LaMDA: our breakthrough conversation technology,” *Google: The Keyword*, 18 Μαΐου **2021**, < <https://blog.google/technology/ai/lamda/> >
- **Fernandes, A.**, “NLP, NLU, NLG and how Chatbots work,” *Chatbots Life*, 15 Νοεμβρίου **2017**, < <https://chatbotslife.com/nlp-nlu-nlg-and-how-chatbots-work-dd7861dfc9df> >.
- **Følstad, A. et al**, “Future directions for chatbot research: an interdisciplinary research agenda,” Δεκέμβριος **2021**, *Computing* 103(1), σσ. 2915–2942.
- **Frana, Ph. & Klein, M.**, *Encyclopedia of Artificial Intelligence: The Past, Present, and Future of AI*. **2021**. ABC-CLIO.
- **Galitsky, B.**, *Developing Enterprise Chatbots: Learning Linguistic Structures*, Springer, **2019**.
- **Gambino, O., et al**, “A Web-Oriented Java 3D Talking Head”, στο Zdzisław S. Hippe, Juliusz L. Kulikowski (επιμ.), *Human-Computer Systems Interaction: Backgrounds and Applications*, Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, **2009**, σσ. 295–311.

- **Garcia, K.**, “Chatbots may ease consumers' customer service concerns,” *eMarketer/Insider Intelligence*, 4 Ιουνίου 2018, < <https://www.emarketer.com/content/chatbots-may-ease-consumers-customer-service-concerns> >.
- **gk_**, “Contextual Chatbots with Tensorflow”, *Chatbots Magazine*, 7 Μαΐου 2017, < <https://chatbotsmagazine.com/contextual-chat-bots-with-tensorflow-4391749d0077> >.
- **Gorgias, A.**, *Implementation of a ChatBot for helping users find the nearest and cheapest gas station*, μεταπτυχιακή διατριβή (επιβλ. Ι. Μαγνήσαλης), Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, School of Science & Technology, 2020, < <https://repository.ihu.edu.gr/xmlui/handle/11544/29598> >.
- **Goyal, P., et al**, *Deep Learning for Natural Language Processing: Creating Neural Networks with Python*, Apress, 2018.
- **Grochow, J.**, “A taxonomy of automated assistants,” *Communications of the ACM*, Απρίλιος 2020, τόμ. 63 αρ. 4, σσ. 39–41.
- **Hingston, P.**, *Believable Bots: Can Computers Play Like People?*, Springer, 2012.
- **Kurfess, F. J.**, “Artificial Intelligence.” *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. 2003. Academic Press/ Elsevier Science, σσ. 609–629.
- **Lester, J., et al**, “Conversational Agents”, στο Signh, M., *The Practical Handbook of Internet Computing*, Chapman and Hall/CRC Press, 2004, σσ. 220–240.
- **Li, H.**, “Which machine learning algorithm should I use?,” 9 Δεκεμβρίου 2020, *The SAS Data Science Blog*, <<https://blogs.sas.com/content/subconsciousmusings/2020/12/09/machine-learning-algorithm-use/>>.
- **Logical Design Solutions**, “Enabling a Smart User Experience Using Chatbots,” 28 Ιουνίου 2016, < <https://www.lds.com/coepost/enabling-a-smart-user-experience-using-chatbots/> >.
- **Nadarzynski, T., et al**, “Acceptability of artificial intelligence (AI)-led chatbot services in healthcare: A mixed-methods study,” *Digital Health*, 2019, τόμ. 5, σσ. 1–12.
- **Purinton, A., et al**, ““Alexa is my new BFF”: Social Roles, User Satisfaction, and Personification of the Amazon Echo,” in *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, Denver, Colorado, USA. 2017. ACM Press: New York, σσ. 2853–2859.

- **Raj, S.**, *Building Chatbots with Python Using Natural Language Processing and Machine Learning*, Apress, **2019**.
- **Ramamurthy, R., et al**, “The Coming Intelligent Digital Assistant Era and Its Impact on Online Platforms,” *Cognizant 20-20 Insights*, Cognizant, Φεβρουάριος **2017**, κώδ. 2747, σσ. 1–9.
- **Sandu, N. & Gide, E.**, “Adoption of AI-Chatbots to Enhance Student Learning Experience in Higher Education in India,” στο *18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, **2019**, χ.α.
- **Shevat, A.**, *Designing Bots: Creating Conversational Experiences*, O’Reilly, **2017**.
- **Singh, A., et al**, *Building an Enterprise Chatbot: Work with Protected Enterprise Data Using Open Source Frameworks*, Springer, **2019**.
- **Smith, S.**, “Chatbot interactions in Retail to reach 22 billion by 2023, as AI offers compelling new engagements,” *Juniper*, 8 Μαΐου **2019**.
- **Stamatis, D., et al**, “A multi-agent framework to assist networked learning,” *Journal of Computer Assisted Learning*, τόμ. 15, τεύχ. 3 (Σεπτέμβριος **1999**), σσ. 201-210.
- **Tsai, P.**, “Data snapshot: AI Chatbots and Intelligent Assistants in the Workplace,” *Spiceworks*, 2 Απριλίου **2018**.
- **Visor.ai bot platform documentation**, “What’s the Best Type of Chatbots for Your Company?,” 30 Σεπτεμβρίου **2020**, < <https://www.visor.ai/the-best-type-of-chatbots-for-your-company/> >.
- **Visor.ai bot platform documentation**, “How Does Machine Learning Work in AI Chatbots?,” 3 Μαρτίου **2021**, < <https://www.visor.ai/machine-learning-ml-ai-chatbots/> >.
- **Wakefield, K.**, “A guide to the types of machine learning algorithms and their applications,” SAS Institute, **2022**, < https://www.sas.com/en_gb/insights/articles/analytics/machine-learning-algorithms.html >.
- **WhosOn AI bot platform documentation**, Chatbot learning: everything you need to know about machine learning chatbots, **2022**, <<https://www.whoson.com/chatbots-ai/chatbot-learning-everything-need-know-machine-learning-chatbots/>>.

- **Βλαχάβας, Ι., et al**, *Τεχνητή Νοημοσύνη*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, '2011/'2020.
- **Γρηγορίου, Δ.**, *Ανάπτυξη chatbot με τεχνολογία Python/Rasa*, πτυχιακή εργασία (επιβλ. Στ. Δημητριάδης), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Πληροφορικής, **2020**, < <https://ikee.lib.auth.gr/record/321038> >.
- **Διαμαντάρας, Κ.**, *Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα*, Κλειδάριθμος, **2007**.
- **Θεοχαρόπουλος, Φ.**, *Η χρήση των chatbots στην εκπαίδευση*, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Π.Μ.Σ. Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, διπλωματική εργασία (επιβλ. Μ. Βλαχοπούλου), **2020**, < <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/25217> >.
- **Καλομοίρη, Δ.**, *Ανάπτυξη Ευφυούς Πράκτορα Συνομιλίας (Chatbot) για τις ανάγκες των μεταπτυχιακών φοιτητών*, μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (επιβλ. Στ. Κασδερίδης & Δ. Σταμάτης), Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων, Π.Μ.Σ. Ευφυείς Τεχνολογίες Διαδικτύου, **2022**, < μη διαθέσιμο >.
- **Μπόλλας, Α.**, *Ανάπτυξη Διαλογικού Πράκτορα για Εξυπηρέτηση Πελατών*, διπλωματική εργασία (επιβλ. Γρ. Τσουμάκας), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πληροφορικής, **2019**, < <http://ikee.lib.auth.gr/record/308605> >.
- **Παναγιώτου, Θ.**, *Ανάπτυξη εργαλείου αυτοματοποίησης της παραγωγής σεναρίων για τη δημιουργία ψηφιακών βοηθών*, διπλωματική εργασία (επιβλ. Α. Συμεωνίδης & Ν. Μάλαμας), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, **2021**, < <http://ikee.lib.auth.gr/record/335043> >.
- **Παπαδόπουλος, Θ.**, *Συντήρηση και επέκταση διαδικτυακού τόπου διαβούλευσης δημοτών*, πτυχιακή εργασία (επιβλ. Ι. Σταμέλος), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Πληροφορικής, **2020**, < <http://ikee.lib.auth.gr/record/319066> >.
- **Παπιγκιώτης, Στ.**, *Ανάπτυξη ταξιδιωτικού διαλογικού πράκτορα με μηχανική μάθηση και εξόρυξη δεδομένων από το διαδίκτυο*, διπλωματική εργασία (επιβλ. Δ. Μητράκος), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή,

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρονικής και Υπολογιστών, **2020**, < <http://ikee.lib.auth.gr/record/317852> >.

- **Ταταρίδης, Ι.**, *Ανάπτυξη chatbot με τεχνολογία Python/ChatterBot*, πτυχιακή εργασία (επιβλ. Στ. Δημητριάδης), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Πληροφορικής, **2019**, < <http://ikee.lib.auth.gr/record/319056> >.
- **Τέγου, Ευ.**, *Διαλογικοί πράκτορες και ιδιωτικότητα*, μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (επιβλ. Κ. Ψάννης), Πανεπιστήμιο Μακεδονία, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Νομικής, **2021**.
- **Τόζιου, Μ.**, *Chatbot applications in business organizations*, μεταπτυχιακή διατριβή (επιβλ. Α. Βεγλής), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Οικονομικών και Πολιτικών Επιστημών, Τμήμα Δημοσιογραφίας και Μέσων Μαζικής Επικοινωνίας, **2021**, < <http://ikee.lib.auth.gr/record/335542> >.
- **Χαλικιάς, Κ.**, *Η χρήση των chatbots στην εξυπηρέτηση πελατών μέσω των social media (messaging) platforms*, μεταπτυχιακή διατριβή (επιβλ. Μ. Βλαχοπούλου), Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Π.Μ.Σ. Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, **2021**, < <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/25206> >.



the end