



Ονοματεπώνυμο φοιτητή: Κάιρας Ευάγγελος

Κωδικός φοιτητή: Π2014002

“Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης στην εκμάθηση υπογλώσσας”

Διπλωματική εργασία

Επιβλέπουσα καθηγήτρια

Κάτια Κερμανίδου

Ιούνιος 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί πτυχιακή διατριβή στα πλαίσια του προγράμματος του Τμήματος Πληροφορικής του Ιονίου Πανεπιστημίου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της παρούσας πτυχιακής διατριβής, για την πολύτιμη καθοδήγησή της, της εμπιστοσύνη και την εκτίμηση που μου έδειξε.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που με υπομονή και κουράγιο, προσέφερε την απαραίτητη ηθική συμπαράσταση για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παγκοσμίως, μεγάλες εταιρίες έχουν προσηλωθεί ενεργά γύρω από την Τεχνητή Νοημοσύνη και τη Μηχανική Μάθηση. Πολλοί πόροι αναπτύσσονται και η προσοχή εστιάζεται στη χρήση της Μηχανικής Μάθησης σε μια προσπάθεια ανάδειξης της επανάστασής της. Ο τεχνολογικός μετασχηματισμός που έχει ως αποτέλεσμα την τροφοδοσία νέων αυτοοδηγούμενων αυτοκινήτων, εικονικών βοηθών, σχεδιασμού ανίχνευσης ασθενειών και θεραπείας, μάθηση ξένων γλωσσών και πολλά άλλα είναι μόνο λίγες από τις πολυάριθμες εφαρμογές της μηχανικής μάθησης.

Η παρούσα διπλωματική εργασία, μέσα από μια ανασκόπηση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, επιδιώκει να προσφέρει εννοιολογικές και πρακτικές γνώσεις σχετικά με τις τεχνικές και τις μεθόδους της μηχανικής μάθησης και της εκμάθησης υπογλώσσας. Υπάρχει τεράστια ανάπτυξη των εφαρμογών τεχνικής μάθησης μέσω ανάπτυξης γλωσσών προγραμματισμού και υπογλώσσας σε διάφορα πεδία, όπως στη διαχείριση τραπεζικών κινδύνων, όπως ο πιστωτικός κίνδυνος, ο κίνδυνος αγοράς, ο λειτουργικός κίνδυνος και ο κίνδυνος ρευστότητας, στην εκμάθηση ξένων γλωσσών και στην βελτίωση του τουρισμού,.

Ωστόσο, δεν φαίνεται ανάλογο με τις απαιτούμενες γνώσεις για τα ορθογραφικά, τα συντακτικά σφάλματα στην ανάπτυξη υπογλώσσας και στη διόρθωση σφαλμάτων. Η ανάλυση αυτή γίνεται μέσω του ορισμού της υπογλώσσας και της μηχανικής μετάφρασης καθώς και του σχολιασμού των τυχόν σφαλμάτων που μπορεί να προκύψουν κατά τη διαδικασία δημιουργίας υπογλώσσας, μέσα από την ανάλυση υπάρχοντων συστημάτων εκμάθησης γλωσσών.

Στη συνέχεια γίνεται κατηγοριοποίηση της γλώσσας προγραμματισμού, ανάλυση των τομέων που εστιάζουν σε εργαλεία εκμάθησης υπογλώσσας καθώς και αναφορά στην προτιμώμενη γλώσσα προγραμματισμού. Τέλος, γίνεται ανάλυση ως προς την θεματική περιοχή στην οποία εστιάζει η μηχανική μάθηση, στις προσεγγίσεις που

έχει η κάθε γλώσσα ως προς τη χρησιμότητά της καθώς και το μέλλον που προβλέπεται σε μια από τις πιο δημοφιλείς κατηγορίες της τεχνητής νοημοσύνης.

Λέξεις-κλειδιά: μηχανική μάθηση, υπογλώσσα, συντακτικό σφάλμα, αναγνώριση σφάλματος, διόρθωση σφάλματος,

ABSTRACT

Globally, large companies have actively focused on Artificial Intelligence and Machine Learning. Many resources are being developed and attention is focused on the use of Machine Learning to revolutionize it. The technological transformation resulting in empowering new self-driving cars, virtual assistants, disease detection and treatment planning, language learning among others, are just a few of the numerous applications of machine learning.

This thesis, through a review of the available literature, seeks to provide conceptual and practical insights into the techniques and methods of machine learning and sublanguage learning. There is a huge development of technical learning applications through development of programming languages and sub-languages in various fields such as banking, risk management such as credit risk, market risk, operational risk and liquidity risk, learning foreign languages and tourism.

However, it is not balanced with the required knowledge of spelling, syntax errors in sublanguage development and error correction. This analysis is done through the definition of sublanguage and machine translation as well as commenting on the

possible errors that may occur during the sublanguage creation process, through the analysis of existing language learning systems.

This is followed by a categorization of the programming language, an analysis of the domains that focus on sublanguage learning tools, and a reference to the preferred programming language. Finally, an analysis regarding the thematic area in which machine learning focuses, the approaches that each language has in terms of its usefulness, as well as the future predicted in one of the most popular categories of artificial intelligence is taking place.

Keywords: machine learning, sublanguage, syntax error, error identification, error correction

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	9
1.1 Στόχος της έρευνας.....	9
1.2 Ορισμός της μηχανικής μάθησης.....	9
1.3 Ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης.....	11
1.4 Ορισμός της επιστήμης δεδομένων.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Θεωρητικό υπόβραθο-Υπογλώσσα και Μηχανική Μετάφραση (MT)...	13
2.1 Ο ορισμός της υπογλώσσας και η πολυτιμότητά της.....	13
2.1.1 Η πολυτιμότητα της εκμάθησης υπογλώσσας.....	14
2.2 Εφαρμογή υπογλώσσας μέσω παραδειγμάτων.....	15
2.3 Μηχανική Μετάφραση και μέθοδοι μείωσης ασάφειας.....	17
2.4 Τα εμπορικά εργαλεία για την δημιουργία υπογλώσσας και Μηχανικής Μετάφρασης. ...	18
2.5 Η αξιολόγηση του συστήματος Μηχανικής Μετάφρασης.....	18
2.6 Συμπεράσματα..	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Τεχνικές μηχανικής μάθησης για την εκμάθηση υπογλώσσας.....	21
3.1 Γνώσεις Επεξεργασίας Λόγου και Γλώσσας.....	23
3.2 Αμφισημία.....	26
3.3 Μοντέλα και αλγόριθμοι.....	27
3.4 Γλώσσα, σκέψη και κατανόηση.....	29
3.5 Η τέχνη της επεξεργασίας της γλώσσας.....	31
3.6 Εντοπισμός και διόρθωση σφαλμάτων στην μηχανική μάθηση (error identification).....	32
3.6.1. Αυτόματη διόρθωση ορθογραφικών λαθών (spelling error detection).....	37
3.6.2 Αυτόματη αναγνώριση συντακτικών λαθών (syntactic error identification).....	41
3.6.3 Αυτόματη παραγωγή των επόμενων λέξεων (word prediction).....	43
3.7 Τομείς που εστιάζουν στην εκμάθηση υπογλώσσας στη μηχανική μάθηση.....	45

3.8 Συμπεράσματα.. 47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ανάλυση υπαρχόντων συστημάτων στην ηλεκτρονική εκμάθηση ξένων γλωσσών.	48
4.1 Ανάλυση υπαρχόντων συστημάτων εκμάθησης γλώσσας.....	51
(1) Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ DUOLINGO.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Σύγκριση - Συμπεράσματα μελετών και συστημάτων εφαρμογής εκμάθησης γλώσσας.....	67
5.1 Μεθοδολογία.....	67
5.2 Σχεδιασμός και κωδικοποίηση του οργάνου.....	68
5.3 Συλλογή δεδομένων και αξιοπιστία.....	68
5.4 Αποτελέσματα.....	69
5.5 Υποστηριζόμενες γλώσσες.....	69
5.5.1 Υποστηριζόμενες πλατφόρμες.....	69
5.5.2 Εισαγωγή χρήστη.....	69
5.5.3 Αξιολόγηση και διδακτική εστίαση.....	69
5.5.4 Σιωπηρή και ρητή διδασκαλία γραμματικής.....	70
5.5.5 Διορθωτική ανατροφοδότηση.....	70
5.5.6 Αλληλεπίδραση με τον χρήστη - ακρόαση, ανάγνωση και γραφή.....	71
5.6 Συζήτηση.....	71
5.6.1. Διδασκαλία λεξιλογίου.....	72
5.6.2 Προσαρμογή.....	74
5.7 Συμπέρασμα.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	77
6.1 Ανάλυση δημοφιλούς θεματικής περιοχής της μηχανικής μάθησης.....	77
6.2 Πιθανή εξέλιξη της φυσικής επεξεργασίας γλώσσας.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1.1 Στόχος της έρευνας

Σε αυτή την έρευνα, στόχος αποτελεί η αποκωδικοποίηση των περίπλοκων ορισμών της μηχανικής μάθησης, της τεχνητής νοημοσύνης, της επιστήμης δεδομένων, της γλώσσας προγραμματισμού και της υπογλώσσας, της μηχανικής μετάφρασης και της εφαρμογής τους. Ακόμη, στόχος είναι η ανάδειξη της πολυτιμότητάς τους και ο τρόπος εφαρμογής τους, καθώς και οι τεχνικές μηχανικής μάθησης για την εκμάθηση υπογλώσσας. Εν συνεχεία, θα καταστεί σαφής ο τρόπος εντοπισμού και διόρθωσης σφαλμάτων στην μηχανική μάθηση και έπειτα, θα αναλυθεί η δομή των υπάρχοντων συστημάτων για την ηλεκτρονική μάθηση ξένων γλωσσών. Η επιλογή αυτού του πεδίου, δηλαδή της ηλεκτρονικής μάθησης ξένων γλωσσών μέσω της NLP (φυσική επεξεργασία γλώσσας) αποφασίστηκε διότι είναι ένα από τα πιο περίπλοκα πεδία εφαρμογής μηχανικής μάθησης, γλώσσας προγραμματισμού και υπογλώσσας και συνάμα, από τα πιο σύγχρονα, με πολλές πλατφόρμες ειδικές για τις προτιμήσεις των χρηστών.

Προχωρώντας, θα αναλυθούν εν συντομία οι γλώσσες προγραμματισμού, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, καθώς και οι τομείς που εστιάζουν σε εργαλεία εκμάθησης υπογλώσσας. Τέλος, κατόπιν αξιολόγησης νέων ευρημάτων, θα παρατεθούν οι θεματικές περιοχές στις οποίες εφαρμόζεται η μηχανική μάθηση καθώς και οι σύγχρονες προκλήσεις της εφαρμογής της.

1.2 Ορισμός της μηχανικής μάθησης

Η μηχανική μάθηση είναι ένας σχετικά νέος και σημαντικός κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης, ο οποίος περιλαμβάνει πολλά πεδία διεπιστημονικών θεμάτων και χρησιμοποιείται ευρέως σε ευφυή συστήματα. Ορίζεται ευρέως ως η ικανότητα ενός συστήματος υπολογιστή ή μιας μηχανής να μιμείται την ευφυή ανθρώπινη συμπεριφορά και αφορά την ικανότητά τους να βελτιώνει αυτόματα την απόδοσή του. Ο οικονομικός αντίκτυπος της μηχανικής μάθησης ορίζεται ως η αυτοματοποίηση της γνώσης, χρησιμοποιώντας υπολογιστές για την εκτέλεση εργασιών που βασίζονται σε σύνθετη ανάλυση, λεπτή κρίση και δημιουργική επίλυση

προβλημάτων. Η πρόοδος της μάθησης και της τεχνολογίας μηχανικής μάθησης νευρωνικών δικτύων είναι η κύρια κινητήρια δύναμη του αυτοματισμού της γνώσης (Cioffi et al, 2020).

Η λειτουργία ενός συστήματος μηχανικής μάθησης μπορεί να είναι περιγραφική, που σημαίνει ότι το σύστημα χρησιμοποιεί τα δεδομένα για να εξηγήσει τι συνέβη, προγνωστική, που σημαίνει ότι το σύστημα χρησιμοποιεί τα δεδομένα για να προβλέψει τι θα συμβεί, ή προδιαγραφική, που σημαίνει ότι το σύστημα θα χρησιμοποιήσει τα δεδομένα για να κάνει προτάσεις σχετικά με τη δράση που πρέπει να λάβει (Brown, 2021).

Υπάρχουν τρεις υποκατηγορίες μηχανικής μάθησης. Πρώτον είναι τα εποπτευόμενα μοντέλα μηχανικής εκμάθησης που εκπαιδεύονται με σύνολα δεδομένων με ετικέτα, τα οποία επιτρέπουν στα μοντέλα να μαθαίνουν και να αναπτύσσονται πιο ακριβή με την πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα, ένας αλγόριθμος θα εκπαιδευόταν με συγκεκριμένες εικόνες και το μηχάνημα θα μάθαινε τρόπους να αναγνωρίζει από μόνο αυτές τις εικόνες. Η εποπτευόμενη μηχανική εκμάθηση είναι ο πιο κοινός τύπος που χρησιμοποιείται σήμερα. Δεύτερον, υπάρχει η μηχανική εκμάθηση χωρίς επίβλεψη, και είναι ένα πρόγραμμα που αναζητά μοτίβα σε δεδομένα χωρίς ετικέτα. Η μη εποπτευόμενη μηχανική εκμάθηση μπορεί να βρει μοτίβα ή τάσεις που οι άνθρωποι δεν αναζητούν ρητά. Για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα μηχανικής εκμάθησης χωρίς επίβλεψη θα μπορούσε να εξετάσει τα δεδομένα πωλήσεων στο διαδίκτυο και να εντοπίσει διαφορετικούς τύπους πελατών που πραγματοποιούν αγορές. Στην τρίτη υποκατηγορία ανήκει η ενισχυτική μηχανική εκμάθηση που εκπαιδεύει τις μηχανές μέσω δοκιμής λάθους με τη δημιουργία ενός συστήματος ανταμοιβής. Η ενισχυτική μάθηση μπορεί να εκπαιδεύσει μοντέλα να παίζουν παιχνίδια ή να εκπαιδεύει αυτόνομα οχήματα να οδηγούν λέγοντας στο μηχάνημα πότε πήρε τις σωστές αποφάσεις, κάτι που το βοηθά να μάθει με την πάροδο του χρόνου ποιες ενέργειες πρέπει να κάνει (Brown, 2021).

Τεχνητή νοημοσύνη (AI), μηχανική μάθηση (ML), εξόρυξη δεδομένων, μεγάλα δεδομένα και smart δεδομένα είναι μόνο μερικά από αυτά που έχουν πάρει κυρίαρχη θέση στην επιστήμη, στις επιχειρήσεις και στα μέσα ενημέρωσης, τα τελευταία χρόνια (Papp et al., 2019). Αν και αυτές οι φράσεις κλειδιά μπορεί να φαίνονται σαν απλώς μια διαφημιστική εκστρατεία, ωστόσο έχουν αναμφίβολα διαποτίσει την καθημερινότητα των ανθρώπων, είτε ιδιωτικά είτε επαγγελματικά. Η ταχέως εξελισσόμενη ψηφιοποίηση είναι ένα γεγονός στο οποίο η κοινωνία έχει θέσει τα θεμέλια για αυτό (Egger, 2007; Neuburger et al., 2018). Η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος, η μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης, οι ταχύτερες συνδέσεις στο Διαδίκτυο, η ταχεία ανάπτυξη ισχυρών αλγορίθμων και η διαθεσιμότητα τεράστιων ποσοτήτων των δεδομένων για σκοπούς ανάλυσης είναι μερικές μόνο από τις κινητήριες δυνάμεις που έχουν και συνεχίζουν να δίνουν τη δυνατότητα για εφαρμογή νέων αναλυτικών μεθόδων και για παραγωγή χρήσιμης γνώσης για την επιστήμη, τις επιχειρήσεις και την κοινωνία γενικότερα.

1.3 Ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης

Το πλήθος των αντίστοιχων ονομάτων προκαλεί συχνά σύγχυση και, μάλιστα, μεμονωμένες έννοιες συχνά επικαλύπτονται, καθιστώντας δύσκολο τον ξεκάθαρο διαχωρισμό μιας έκφρασης από άλλη ως προς τον ορισμό. Η τεχνητή νοημοσύνη (AI), όπως φαίνεται στο σχ. 1. και σύμφωνα με τους Kok et al. (2009), ορίζεται ως ένας τομέας μελέτης που ασχολείται «με την ανάπτυξη υπολογιστών ικανών να εμπλέκονται σε ανθρώπινες διαδικασίες σκέψης όπως η μάθηση, ο συλλογισμός και η αυτοδιόρθωση» (Kok et al, 2009, σελ. 271). Έτσι, οι τομείς έρευνας της τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνουν συλλογισμό βάσει κανόνων, μηχανική μάθηση (ML), με τη βαθιά μάθηση (deep learning, DL) να είναι ένα περαιτέρω επίπεδο, δευτερεύουσες τεχνικές ML, φυσική επεξεργασία γλώσσας (NLP), όραση υπολογιστή, ανάλυση ομιλίας και ρομποτική. Σύμφωνα με μια έκθεση του McKinsey (2018), η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να είναι ουσιαστικά ευεργετική για εκείνους τους τομείς της οικονομίας στους οποίους ανθίζουν οι πωλήσεις και το μάρκετινγκ.

1.4 Ορισμός της επιστήμης δεδομένων

Η επιστήμη δεδομένων (DS), ως σημαντική πτυχή της τεχνητής νοημοσύνης, μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ολοκληρωμένο σύνολο μεθόδων, αλγορίθμων και συστημάτων

που εφαρμόζονται σε διάφορους τομείς σε ένα διεπιστημονικό πεδίο. Το DS συνδυάζει την επιστήμη των υπολογιστών, μαθηματικά και στατιστικές και γνώσεις για συγκεκριμένους τομείς για την απόκτηση πολύτιμων γνώσεων από μεγάλα σύνολα δομημένων, ημιδομημένων και μη δομημένων δεδομένων (George et al., 2016). Αυτό κατά συνέπεια βοηθά στην εξήγηση και την κατανόηση των φαινομένων και διεργασιών του παρόντος και με την προγνωστική του δύναμη, σε κάποιο βαθμό, επίσης του μέλλοντος. Αυτή η προσέγγιση, που βασίζεται στα δεδομένα, συχνά επικρίνεται ως υπονόμηση της έννοιας της θεωρίας ή καθιστώντας τη θεωρία παρωχημένη αφού οι ερευνητές φαίνεται να μην εξαρτώνται πλέον σχετικά από τις υπάρχουσες θεωρίες (Egger & Yu, 2022a).

Αδιαμφισβήτητα, κατά τη διάρκεια δημιουργίας και εκμάθησης μιας υπογλώσσας, μπορεί να συμβούν συντακτικά σφάλματα και αυτή η πιθανότητα θα εξεταστεί στην παρούσα εργασία. Η ανίχνευση σφαλμάτων και η διόρθωση είναι απίστευτα χρήσιμη σε ακαδημαϊκά ιδρύματα όπου υπάρχει μια συνεχής εισροή μαθητών χωρίς γνώσεις προγραμματισμού. Ένα σφάλμα μπορεί να εντοπιστεί εάν διαπιστωθεί παραβίαση συγκεκριμένων κανόνων και μπορεί να ζητηθεί στον χρήστη. Τα μοντέλα μηχανικής μάθησης βοηθούν στον εντοπισμό κρυφών σφαλμάτων στα προγράμματα.

Οι έννοιες της μηχανικής μάθησης έχουν δοκιμαστεί σε ιδιότητες προγράμματος ώστε πρώτα να κατηγοριοποιηθούν και μετά να ταξινομηθούν ανάλογα με τα σφάλματα που προέκυψαν. Μετά, αναλύοντας τις ιδιότητες, επιλέγεται ένα υποσύνολο ιδιοτήτων τεχνικής μηχανικής εκμάθησης που μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα (Kutsa et al., 2019).

Σε κάθε περίπτωση, δεν υπάρχει αμφιβολία για τη δύναμη της αλλαγής που έφερε η DS, και συνεχίζει να φέρνει μαζί της (Steinberg & Aronovich, 2020). Άλλωστε ο στόχος της Επιστήμης των δεδομένων, ο οποίος είναι η βελτίωση των δυνατοτήτων λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων, χρησιμοποιείται σε τεράστιες περιοχές της σύγχρονης κοινωνίας (Power, 2016· Provost & Fawcett, 2013). Το DS ασχολείται με μεγάλα δεδομένα, εξόρυξη δεδομένων, επεξεργασία φυσικής γλώσσας, μηχανική μάθηση, μηχανική μετάφραση, ανάλυση εικόνας, ανάλυση κοινωνικών δικτύων,

μοντελοποίηση βασισμένη σε πράκτορες και οπτικοποίηση δεδομένων (Egger, 2022a).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Θεωρητικό υπόβαθρο - Υπογλώσσα και Μηχανική Μετάφραση

2.1 Ο ορισμός της υπογλώσσας και η πολυτιμότητα της

Στη μηχανική μάθηση, η υπογλώσσα αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο σύνολο γλωσσικών κανόνων, δομών και όρων που ανήκουν σε ένα ευρύτερο γλωσσικό σύστημα. Στο πεδίο της μηχανικής μάθησης, μια υπογλώσσα μπορεί να αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή, κλάδο ή επιστημονικό πεδίο, για το οποίο έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένοι όροι, φράσεις και γραμματικοί κανόνες.

Ένα παράδειγμα υπογλώσσας στη μηχανική μάθηση μπορεί να είναι η υπογλώσσα που αφορά τον τομέα της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP), ο οποίος επιτρέπει στις μηχανές να κατανοούν, να αποκωδικοποιούν και να ερμηνεύουν την ανθρώπινη γλώσσα. Σε αυτή την υπογλώσσα, υπάρχουν ειδικοί όροι και έννοιες που αφορούν την ανάλυση και την κατανόηση της ανθρώπινης γλώσσας από τους υπολογιστές. Άλλες υπογλώσσες μπορεί να περιλαμβάνουν την εικονική αναγνώριση, την επεξεργασία σήματος και την αναγνώριση προτύπων. Κάθε υπογλώσσα έχει τους δικούς της κανόνες, μοντέλα και αλγόριθμους που είναι σχεδιασμένα να αντιμετωπίζουν τις ειδικές απαιτήσεις και προκλήσεις του συγκεκριμένου πεδίου. Συχνά, αυτές οι υπογλώσσες βασίζονται σε γνώσεις και έρευνες που αναπτύσσονται εντός αυτών των ειδικών πεδίων, και στοχεύουν στην ανάπτυξη αποτελεσματικών μοντέλων και τεχνικών που να εξυπηρετούν τις συγκεκριμένες ανάγκες.

Επίσης, ο όρος υπογλώσσα έχει χρησιμοποιηθεί μερικές φορές για να υποδηλώσει μια γλώσσα υπολογιστή που είναι υποσύνολο άλλης γλώσσας. Μια υπογλώσσα μπορεί να περιορίζεται συντακτικά ή/και σημασιολογικά (το σύνολο των πιθανών

αποτελεσμάτων για κάθε δεδομένο πρόγραμμα είναι ένα υποσύνολο των πιθανών αποτελεσμάτων στην αρχική γλώσσα).

Η υπογλώσσα στην μηχανική μάθηση αναφέρεται στην συνολική περιβαλλοντική πλατφόρμα, τις βιβλιοθήκες και τις εργαλειοθήκες που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, με τον κώδικα να αποτελεί έναν από τους τρόπους εφαρμογής αυτών των υπογλωσσών. Η υπογλώσσα αντικατοπτρίζει τη χρήση κάποιας κοινότητας ομιλητών, των οποίων η γνώση για τον τομέα υπερβαίνει την κοινή γνώση. Η υπογλώσσα έχει όλες τις βασικές ιδιότητες ενός γλωσσικού συστήματος όπως συνέπεια, πληρότητα και οικονομία έκφρασης, με την έννοια ότι κανένα μεγαλύτερο σύστημα δεν έχει τις ίδιες ιδιότητες.

Η σύνταξη μιας επίσημης γραμματικής για συγκεκριμένη υπογλώσσα ή για μεγαλύτερο τμήμα της γλώσσας είναι ακόμα πολύ φιλόδοξη. Ο στόχος της Μηχανικής Μετάφρασης είναι να περιγράψει περιορισμένο τμήμα μιας συγκεκριμένης γλώσσας. Ως εκ τούτου, αποτελεί τη "γλώσσα της χημείας, της παρασκευής φαγητού, της ιατρικής διάγνωσης και της επιστήμης των υπολογιστών" προκειμένου να περιγραφεί καθορισμένο σύνολο προτάσεων. Σύμφωνα με τον Kittredge (1987), ο καλύτερος τρόπος για να αποκτηθεί αυτόματη μετάφραση υψηλής ποιότητας βρίσκεται μέσω της υπογλώσσας, το οποίο θα πρέπει να αποτελεί ένα συνεκτικό σύστημα βασισμένο σε κανόνες.

2.1.1 Η πολυτιμότητα της εκμάθησης υπογλώσσας

Η μετάφραση και τα συστήματα μηχανικής μετάφρασης, κατά την οποία μια γλώσσα μεταφράζεται αυτόματα σε μια άλλη, συνδέονται στενά με την εκμάθηση υπογλώσσας και έχουν πολλές εφαρμογές και αποδοτικότητα σε διάφορους τομείς.

Η εκμάθηση υπογλώσσας (sublanguage learning) είναι η διαδικασία εκμάθησης ενός περιορισμένου τμήματος γλώσσας, όπως είναι μια ειδικευμένη ή εξειδικευμένη γλώσσα που χρησιμοποιείται σε έναν συγκεκριμένο τομέα ή επαγγελματικό περιβάλλον. Επίσης, συνδέεται με την μετάφραση και τα συστήματα μηχανικής

μετάφρασης, διότι αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν εξειδικευμένες υπογλώσσες για να παράγουν ποιοτικές μεταφράσεις σε συγκεκριμένους τομείς, όπως η ιατρική και η νομική.. Η εκμάθηση υπογλώσσας βοηθά στη βελτίωση της ακρίβειας και της κατανόησης στον τομέα αυτό. Σε επαγγελματικούς τομείς όπου απαιτείται εξειδικευμένη γλώσσα, η εκμάθηση υπογλώσσας βοηθά στην ακριβέστερη επικοινωνία και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας. Οι επαγγελματίες μπορούν να είναι πιο αποτελεσματικοί στον τομέα τους με την κατανόηση και χρήση της υπογλώσσας.

Όπως σημειώθηκε παραπάνω, η εκμάθηση υπογλώσσας έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως η ιατρική, η νομική, η επιστήμη των υπολογιστών, η μηχανική, η χημεία, και πολλοί άλλοι. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται για επικοινωνία, έρευνα, εκπαίδευση και πολλές άλλες δραστηριότητες και απευθύνεται σε επαγγελματίες που εργάζονται σε εξειδικευμένους τομείς που απαιτούν γνώση της υπογλώσσας, όπως γιατροί, δικηγόροι, μηχανικοί και επιστήμονες. Επίσης, μπορεί να απευθύνεται σε φοιτητές, ερευνητές και άτομα που ενδιαφέρονται να εμβαθύνουν σε συγκεκριμένους τομείς.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα είδη συστημάτων εκμάθησης υπογλώσσας, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων e-learning, συστήματα που παρέχουν online μαθήματα και υλικό για την εκμάθηση υπογλώσσας, διαδικτυακά εργαλεία εκμάθησης με εφαρμογές και πλατφόρμες που βοηθούν τους χρήστες να εκμαθαίνουν υπογλώσσες online, κινητές εφαρμογές, δηλαδή εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα και tablet που επιτρέπουν στους χρήστες να εκμαθαίνουν υπογλώσσες σε κινητό περιβάλλον. Άλλα συστήματα είναι σεμινάρια και εκπαιδευτικά προγράμματα που προσφέρονται από ιδρύματα εκπαίδευσης και εκπαιδευτικά κέντρα. Αυτά τα συστήματα απευθύνονται σε όλους όσους θέλουν να μάθουν μια υπογλώσσα για επαγγελματικούς ή προσωπικούς λόγους.

2.2 Εφαρμογή υπογλώσσας μέσω παραδειγμάτων

Σήμερα, όπως αναλύθηκε παραπάνω, πολλές από τις μεταφραστικές εργασίες γίνονται από μηχανές, ειδικά στους ακόλουθους τομείς: επιστημονικά έγγραφα (ιατρική, χημεία, φυσική κ.λπ.), άρθρα σε εφημερίδες, συνέδρια και αποφάσεις, έργα σε τηλεπικοινωνίες, επιστήμες υπολογιστών, χρηματιστήρια, εμπορική αντιπροσώπευση και μάρκετινγκ, νομική τεκμηρίωση, ταξιδιωτικές κρατήσεις, τραπεζικές συναλλαγές, τεχνικά εγχειρίδια για τη βιομηχανία, εγχειρίδια λογισμικού και άλλα.

Τα κείμενα που είναι κατάλληλα για Μηχανική Μετάφραση (MT) θα πρέπει να είναι γραμμένα σε αυστηρή, ελεγχόμενη γλώσσα, χωρίς μακροσκελείς προτάσεις, χρησιμοποιώντας όρους με ακριβή σημασία και όσο το δυνατόν λιγότερες αντωνυμίες. Εκτός από τον τομέα του κειμένου, υπάρχουν επίσης αρκετοί άλλοι παράγοντες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο: το ύφος του κειμένου, ο όγκος, τα γλωσσικά χαρακτηριστικά του κειμένου, το επιθυμητό επίπεδο αυτοματοποίησης και η ποιότητα της μετάφρασης. Για πολλούς ανθρώπους, τα κύρια κριτήρια για τη MT είναι η ποιότητα του κειμένου, η οποία είναι πολύ υποκειμενική, γιατί η καλή ποιότητα είναι αυτή που ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του παραλήπτη.

Ένα παράδειγμα είναι τα δελτία καιρού γραμμένα σε ατελεγραφικό στυλ, χωρίς τα ρήματα να αφορούν συγκεκριμένο χρόνο. Το λειτουργικό σύστημα TAUM-METEO από το 1977 είναι ίσως το πλησιέστερο σε πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα μετάφρασης υψηλής ποιότητας (Tucker, 1987) χρησιμοποιώντας μεθοδολογία μεταφοράς σε λεξιλογικό και δομικό επίπεδο. Το σύστημα έχει χρησιμοποιηθεί από το Καναδικό Τμήμα Περιβάλλοντος για τη μετάφραση των δελτίων καιρού από τα αγγλικά στα γαλλικά. Το σύστημα χρησιμοποιεί εξαιρετικά στενή υπογλώσσα 1.500 καταχωρήσεων λεξικού, συμπεριλαμβανομένων πολλών εκατοντάδων τοπωνυμίων. Το σύστημα μεταφράζει περίπου πέντε εκατομμύρια λέξεις ετησίως, σε ποσοστό 80% επιτυχώς χωρίς εκ των υστέρων επεξεργασία.

Οι αναφορές αγοράς από τα καθημερινά χρηματιστήρια ανήκουν επίσης σε υπογλώσσες, παρόλο που μπορεί να χρησιμοποιούνται μεγάλη ποικιλία λέξεων, αλλά εμπίπτουν σε μικρό αριθμό κατηγοριών λέξεων. Η υπογλώσσα της επισκευής αεροσκαφών είναι μια από τις πιο περίπλοκες υπογλώσσες, (Kittredge,1987) με πολύ μεγάλο λεξιλόγιο, της τάξης των 40.000 λέξεων. Παρά τη λεξιλογική πολυπλοκότητα, χρησιμοποιεί προβλέψιμες δομές προτάσεων, οι οποίες μπορούν να περιγραφούν αντί για κλασικές κατηγορίες λέξεων (NP, Adv) ως συγκεκριμένες κατηγορίες λέξεων υπογλώσσας (ρευστό, όργανο, αντικαταστάσιμο συστατικό κ.λπ.).

Το σύστημα METAL (με χορηγία της Siemens) μεταφράζει από τα γερμανικά στα αγγλικά στον τομέα των τηλεπικοινωνιών. Το σύστημα επεκτείνεται για να προσθέσει ισπανικές και κινεζικές γλώσσες και αγγλικά ως πρόσθετη πηγή γλώσσας. Το σύστημα χρησιμοποιεί μέθοδο μεταφοράς, λεξικά μεταφοράς περίπου 10.000 κανονικών ζευγών λέξεων που συνδέουν τα στελέχη στις γλώσσες προέλευσης και προορισμού και 600 κανόνες δομής φράσεων της γραμματικής. Ο περιορισμός των πλαισίων στον τομέα μειώνει τις λέξεις, τις έννοιες και τις συντακτικές δομές. Μέχρι το 1985, το σύστημα METAL είχε χρησιμοποιηθεί για τη μετάφραση πάνω από 1.000 σελίδων γερμανικού κειμένου στα αγγλικά. Όσον αφορά την ποιότητα της μετάφρασης, το σύστημα έχει επιτύχει μεταξύ 45% και 85% των σωστών μεταφράσεων.

Από την άλλη, το σύστημα EUROTRA έχει χρησιμοποιηθεί από την Ευρωπαϊκή κοινότητα, η οποία υποστήριξε νέο και πολύ φιλόδοξο έργο για την ανάπτυξη πολυγλωσσικού συστήματος MT που θα μεταφράζει μεταξύ επτά βασικών γλωσσών της ΕΟΚ (Αγγλικά, Γαλλικά, Γερμανικά, Ολλανδικά, Δανικά, Ιταλικά, Ελληνικά). Το σύστημα χρησιμοποιεί διευρυμένο λεξικό 20.000 καταχωρήσεων ανα γλώσσα. Στόχος είναι η παροχή μεταφράσεων καλής ποιότητας χωρίς σημαντική ανθρώπινη συμμετοχή, για κείμενα περιορισμένα στον στενό τομέα (τεχνολογία πληροφοριών, επίσημα έγγραφα και αποφάσεις της ΕΟΚ).

2.3 Μηχανική Μετάφραση και μέθοδοι μείωσης ασάφειας

Στη Μηχανική Μετάφραση (MT), μια φυσική γλώσσα μεταφράζεται αυτόματα σε μια άλλη, οπότε το πιο σημαντικό καθήκον όλων των συστημάτων Μηχανικής Μάθησης και Μετάφρασης (MT) είναι να μεταφράσουν το κείμενο πηγής στο σωστό κείμενο γλώσσας-στόχου. Αυτό που είναι προφανές είναι ότι η μετάφραση δεν απαιτεί μόνο γλωσσικές γνώσεις, που σχετίζονται με τις λέξεις και τη σειρά των λέξεων. Ακόμα κι αν περιγράφεται όλη η γλωσσική γνώση, αυτό δεν αποτελεί εγγύηση για σωστή μετάφραση. Το κύριο πρόβλημα είναι η αναπαράσταση της εξωγλωσσικής γνώσης που θα πρέπει να λύσει το πρόβλημα της αμφισημίας σε λεξιλογικό και δομικό επίπεδο. Οι περισσότερες από τις λέξεις έχουν περισσότερες από μία σημασίες, ανάλογα με το πλαίσιο και την κατάσταση. Πολύ συχνά, ολόκληρες οι δομές ή οι προτάσεις μπορεί να έχουν πολλές ερμηνείες. Το πιο διάσημο παράδειγμα είναι η μετάφραση της αγγλικής πρότασης "The spirit is willing, but the flesh is not" στα ρωσικά και πίσω στην αγγλική πρόταση, που γίνεται "The liquor is all right, but the meat is spoiled". Ένα άλλο παράδειγμα είναι η μετάφραση της αγγλικής πρότασης "Μακριά από το μάτι, μακριά από την καρδιά" στα ρωσικά και μετά πίσω στα αγγλικά που έγινε "Αόρατος μανιακός". Τα παραδείγματα επεξηγούν την ποσότητα της γνώσης που πρέπει να αναπαρασταθεί προκειμένου να μεταφραστούν σωστά οι προτάσεις.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να μειωθούν τα προβλήματα ασάφειας. Πρώτον, να γίνει αποδεκτή χαμηλότερη ποιότητα μεταφρασμένων κειμένων. Εάν το κείμενο πρόκειται να διανεμηθεί σε μικρότερη ομάδα χρηστών, η χαμηλότερη ποιότητα είναι αποδεκτή. Δεύτερον, για να μεταφραστεί κείμενο στην υπογλώσσα, εάν το κείμενο εισαγωγής περιορίζεται σε έναν συγκεκριμένο τομέα (τεχνικά εγχειρίδια, φυσική, μαθηματικά, ιατρικές θεραπείες, υπολογιστικές επιστήμες και διατροφή), μπορούν να επισημανθούν ορισμένες κανονικότητες: οι περισσότεροι όροι έχουν ακριβείς σημασίες, χρήση ορισμένων χρόνων και διάθεσης, τυπικές δομές προτάσεων κ.λπ. Το καλύτερο παράδειγμα της υπογλώσσας είναι το καναδικό σύστημα TAUM-METEO, το οποίο μεταφράζει δελτία καιρού από τα αγγλικά στα γαλλικά. Τρίτον, για την απόρριψη της πλήρως αυτόματης μετάφρασης, κάποια μορφή συνεργασίας μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή φαίνεται να προσφέρει τα καλύτερα

αποτελέσματα. Με προεπεξεργασία, είναι δυνατή η προσαρμογή κειμένων στην "ελεγχόμενη γλώσσα". Όταν το σύστημα παράγει πρόχειρη μετάφραση, οι ανθρώπινοι μεταφραστές μπορούν να διορθώσουν τα κείμενα με μετα-επεξεργασία. Τα περισσότερα από τα συστήματα που είναι διαθέσιμα σήμερα λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο (Systran, Globalink, METALetc). Αυτό είναι ιδιαίτερα κατάλληλο όταν χρησιμοποιείται εξειδικευμένη ορολογία. Ένας άλλος τύπος είναι η διαδραστική μετάφραση, δηλαδή το σύστημα μπορεί να συμβουλευτεί τον χρήστη κατά τη διαδικασία της μετάφρασης (π.χ. σε περίπτωση λεξικής ασάφειας).

2.4 Τα εμπορικά εργαλεία για την δημιουργία υπογλώσσας και Μηχανικής Μετάφρασης

Σήμερα, υπάρχει αυξανόμενος αριθμός εμπορικών εργαλείων και υπηρεσιών που έχουν σχεδιαστεί ως βοήθεια στη διαδικασία Μηχανικής Μετάφρασης (MT). Εκτός από τα διαδικτυακά λεξικά, υπάρχει πολυγλωσσική υποστήριξη για περιήγηση, επεξεργασία κειμένου και μετάφραση, μηχανές αναζήτησης ανά γλώσσα, δεδομένα ορολογίας και θησαυροί που είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι σε βιβλιοθήκες και μεταφραστικές υπηρεσίες.

Πολλές από τις παγκοσμίου φήμης εταιρείες παράγουν το δικό τους λογισμικό MT ή προσφέρουν τις υπηρεσίες σε εκδόσεις ή στους ιστότοπους. Η Systran είναι προμηθευτής μεταφραστικών συστημάτων για μια μεγάλη ποικιλία γλωσσών με δυνατότητα λήψης μεταφράσεων εγγράφων HTML μέσω του Ιστού και προσφέρει διαφορετικά προϊόντα λογισμικού MT. Η IBM προσφέρει Personal Translator, η Fujitsu προσφέρει Translingo και η Logos Corporation το λογισμικό μετάφρασης Logos. Ακόμη, το Babelfish είναι ο μεταφραστής ιστοσελίδων της AltaVista που βασίζεται στο σύστημα Systran. Επίσης, το Babylon είναι περισσότερο ένα διαδραστικό λεξικό για αγγλικά στα εβραϊκά, ισπανικά, γερμανικά ή γαλλικά. Συστήματα, κυρίως σε CD-ROM για Αγγλικά, Γαλλικά, Γερμανικά, Ισπανικά και Ρωσικά. Τέλος, η GMS με το Lngenscheidt εμπορεύεται το ανανεωμένο Metalsystem, κ.λπ.

2.5 Η αξιολόγηση του συστήματος Μηχανικής Μετάφρασης

Η αξιολόγηση βασίζεται σε έναν αριθμό παραγόντων που εξαρτώνται κυρίως από τον χρήστη. Επομένως, το πρώτο βήμα είναι να προσδιοριστεί το είδος του χρήστη, να προσδιοριστούν οι ανάγκες και οι προσδοκίες του. Είναι σημαντικό εάν οι χρήστες είναι γνώστες στη σάρωση άρθρων, οι τεχνικοί να ακολουθούν οδηγίες ή άτομα να διαβάζουν ειδοποιήσεις, για να καθορίζονται τα στοιχεία της αξιολόγησης.

Είναι σημαντικό να συγκρίνεται το κόστος της κλασικής μετάφρασης με εκείνα που χρησιμοποιούν τη βοήθεια MT, συμπεριλαμβανομένων των εξής: αρχική αγορά και εγκατάσταση, συντήρηση, εκπαίδευση, ανθρώπινη παρεμβολή σε διαδραστικά συστήματα, ενημέρωση λεξικών και απόσβεση. Επίσης, η ταχύτητα της διαδικασίας μετάφρασης είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες, γιατί περισσότερες φορές σημαίνει λιγότερα χρήματα για τον μεταφραστή. Ο συνολικός χρόνος περιλαμβάνει το χρόνο για να τοποθετηθεί το κείμενο σε μηχανικά αναγνώσιμη φόρμα, χρόνο επεξεργασίας και αναθεώρησης.

Επιπροσθέτως, υπάρχει και η παράμετρος της ποιότητας, αν και είναι πολύ υποκειμενική ανάλογα με τις προσδοκίες του χρήστη. Στην αξιολόγηση της ποιότητας, υπάρχουν τρία κύρια χαρακτηριστικά πέρα από την αντικειμενική αξιολόγηση. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η πιστότητα του αρχικού κειμένου, η ευκρίνεια και το στυλ που πρέπει να είναι κατάλληλα για το πεδίο. Ακόμη, υπάρχει και ο παράγοντας της βελτιωσιμότητας που σημαίνει τη δυνατότητα βελτίωσης του συστήματος, που συνήθως σχετίζεται με την ενημέρωση λεξικών. Όπως όλα τα συστήματα MT έχουν περιορισμούς, και αυτός ο παράγοντας είναι πολύ σημαντικός και δεν θα ήταν πρόβλημα αν ο χρήστης γνώριζε γι' αυτά. Το κριτήριο της επεκτασιμότητας έχει σημασία στην περίπτωση ενός εξειδικευμένου συστήματος, όταν ο χρήστης πρέπει να αποφασίσει σε ποιο βαθμό μπορεί να επεκταθεί σε ένα σχετικό θεματικό πεδίο.

Εν συνεχεία, η διευκόλυνση είναι ο παράγοντας που αφορά τον χρήστη που πρέπει να χειριστεί πιο εύκολα το σύστημα, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων παραμέτρων, όπως πόση δεξιότητα χρειάζεται, πόσος χρόνος χρειάζεται για να εκπαιδεύσει ο χρήστης, εάν απαιτεί μονόγλωσσο ή δίγλωσσο χρήστη, και αν είναι η εκτύπωση εύκολη στην ανάγνωση. Για την αξιολόγηση του συστήματος, απαιτείται η χρήση αντιπροσωπευτικών κειμένων. Αν και αυτή η μεθοδολογία δεν είναι η μόνη, δίνει τη βασική κατευθυντήρια γραμμή για τη συγκεκριμένη αξιολόγηση.

2.6 Συμπεράσματα

Η επαρκής ανάλυση ενός κειμένου εισόδου από το πεδίο του συγκεκριμένου τομέα είναι το κλειδί της επιτυχημένης διαδικασίας Μηχανικής Μετάφρασης. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται η λεξιλογική και δομική ασάφεια και δεν επιτρέπονται πολλές ερμηνείες, ενώ χρησιμοποιούνται ορισμένες χρονικές στιγμές, δομημένες, και προτιμώνται οι μικρότερες προτάσεις με αντωνυμίες. Δεδομένου ότι οι γραμματικές υπογλώσσων είναι μικρότερες, ο χρόνος ανάλυσης μειώνεται επίσης. Καθώς η κατασκευή του συστήματος Μηχανικής Μετάφρασης είναι χρονοβόρα και δαπανηρή (ομάδες ειδικών, υλικό, λογισμικό), αποδίδει μόνο μακροπρόθεσμα ή όταν απαιτείται μετάφραση σε περισσότερες γλώσσες.

Αυτό που φαίνεται προφανές είναι ότι το MT δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καμία περίπτωση ή σε οποιοδήποτε είδος κειμένου. Επίσης, μπορεί να είναι χρήσιμο ως εργαλείο βοήθειας για επαγγελματίες μεταφραστές για να αναζητήσουν την ορολογία ή στους ειδικούς για να εξοικειωθούν με τα νεότερα γεγονότα ή προϊόντα, σε επιστήμονες για να βρουν νέες πληροφορίες, νέα βιβλία και άρθρα, έργα σε εξέλιξη, εταιρείες για μάρκετινγκ, σε ταξιδιώτες, φοιτητές, για τραπεζικές συναλλαγές κ.λπ. Αξίζει να αναφερθεί ότι είναι ιδιαίτερα κατάλληλο όταν η επικοινωνία αναμένεται να είναι πολύ γρήγορη ή στην περίπτωση που υπάρχει πρόσβαση στην τεκμηρίωση σε γλώσσες που οι ειδικοί δεν μπορούν να διαβάσουν.

Υπάρχουν δύο τρόποι για να χρησιμοποιηθεί η MT: ως βοήθεια για τον μεταφραστή ή να αποδεχτεί τις μεταφραστικές του δυνατότητες για εξειδικευμένους τομείς επικοινωνίας που δεν αγγίζουν την ποιότητα των ανθρώπινων μεταφράσεων. Αυτό μερικές φορές βοηθάει πολύ, αλλά μπορεί επίσης να είναι προεπιλογή εάν το κείμενο δεν έχει προετοιμαστεί επαρκώς ή εάν το σύστημα κολλήσει με λάθος μετάφραση. Αν και τα κείμενα που έχουν μεταφραστεί από μηχανή δεν είναι τέλεια και η πλήρως αυτόματη μετάφραση χωρίς μετα-επεξεργασία είναι σπάνια, αυτό δεν σημαίνει ότι το MT είναι άχρηστο. Λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για μεταφράσεις, οι άνθρωποι μεταφραστές δεν μπορούν να κάνουν όλη τη δουλειά. Επομένως, εάν εφαρμοστεί σε σωστά πεδία και έχοντας επίγνωση των δυνατοτήτων του, μπορεί να βοηθήσει πολύ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Τεχνικές μηχανικής μάθησης για την εκμάθηση υπογλώσσας

Η μηχανική μάθηση (Machine Learning - ML) όπως αναλύθηκε παραπάνω, είναι ένα πολύ ευρύ πεδίο που μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκμάθησης υπογλώσσας. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές της μηχανικής μάθησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκμάθηση υπογλώσσας. Ορισμένες από αυτές τις τεχνικές περιλαμβάνουν:

-Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα (Convolutional Neural Networks - CNNs): Αυτές οι νευρωνικές αρχιτεκτονικές είναι κυρίως γνωστές για την επεξεργασία εικόνων και βίντεο, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την εκμάθηση της υπογλώσσας, ιδίως σε προβλήματα όπως η αναγνώριση κειμένου σε εικόνες.

-Ανατρεφόμενα Νευρωνικά Δίκτυα (Recurrent Neural Networks - RNNs): Τα RNNs είναι κατάλληλα για δεδομένα ακολουθίας, όπως κείμενο. Μπορούν να

χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μοντέλων που κατανοούν τη συναλλαγή των λέξεων και τη σημασία τους σε μια πρόταση.

-Μεταφορά μάθησης (Transfer Learning): Η μεταφορά μάθησης εμπλέκει τη χρήση προ-εκπαιδευμένων μοντέλων που έχουν εκπαιδευτεί σε μεγάλα σύνολα δεδομένων και στη συνέχεια εμπλέκει την προσαρμογή τους σε συγκεκριμένα καθήκοντα εκμάθησης υπογλώσσας.

-Μοντέλα μετάφρασης αυτόματης γλώσσας (Machine Translation Models): Αυτά τα μοντέλα, όπως το Transformer, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκμάθηση υπογλώσσας μεταφράζοντας κείμενο από μία γλώσσα σε άλλη.

-Γλωσσικές ενσωματώσεις (Word Embeddings): Οι γλωσσικές ενσωματώσεις αντιστοιχίζουν λέξεις σε διανύσματα χαμηλής διάστασης, επιτρέποντας στα μοντέλα να αντιληφθούν τη σημασία των λέξεων σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα.

Αυτές είναι μερικές από τις τεχνικές της μηχανικής μάθησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκμάθηση υπογλώσσας. Η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής εξαρτάται από τα δεδομένα που διατίθενται και το συγκεκριμένο καθήκον εκμάθησης υπογλώσσας που προσπαθεί ένας άνθρωπος να επιλύσει.

Γενικά, η ιδέα να δοθεί στους υπολογιστές η ικανότητα να επεξεργάζονται την ανθρώπινη γλώσσα είναι τόσο παλιά όσο και η ιδέα των ίδιων των υπολογιστών. Αυτό το κεφάλαιο αφορά την εφαρμογή και τα αποτελέσματα αυτής της ιδέας. Συνεπώς, πραγματοποιείται εισαγωγή ενός ζωντανού διεπιστημονικού πεδίου με πολλές ορολογίες που ανταποκρίνονται στις πολλαπλές πτυχές του, όπως επεξεργασία ομιλίας και γλώσσας, τεχνολογία ανθρώπινης γλώσσας, επεξεργασία φυσικής γλώσσας, υπολογιστική γλωσσολογία και αναγνώριση και σύνθεση ομιλίας. Ο στόχος αυτού του νέου πεδίου είναι να κάνει τους υπολογιστές να εκτελούν χρήσιμες εργασίες που περιλαμβάνουν ανθρώπινη γλώσσα, εργασίες όπως η ενεργοποίηση της επικοινωνίας ανθρώπου-μηχανής, η βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων ή απλώς η χρήσιμη επεξεργασία κειμένου ή ομιλίας.

Ένα παράδειγμα χρήσιμης τέτοιας εργασίας είναι ένας συνομιλητής. Το HAL 9000 συνομιλητής υπολογιστή στην ταινία του Stanley Kubrick 2001: A Space Odyssey είναι ένας από τους πιο αναγνωρίσιμους χαρακτήρες στον κινηματογράφο του 20ου αιώνα. Το HAL είναι ένας τεχνητός παράγοντας ικανός για προηγμένη γλωσσική συμπεριφορά όπως η ομιλία και η κατανόηση αγγλικών, και σε μια κρίσιμη στιγμή της πλοκής, ακόμη και η ανάγνωση των χειλιών. Έτσι, είναι πλέον σαφές ότι ο δημιουργός του HAL, Arthur C. Clarke, ήταν λίγο αισιόδοξος στην πρόβλεψη του πότε θα ήταν διαθέσιμος ένας τεχνητός πράκτορας όπως το HAL. Αλλά πόσο μακριά ήταν; Τι θα χρειαζόταν για να δημιουργηθούν τουλάχιστον τα τμήματα του HAL που σχετίζονται με τη γλώσσα; Λαμβάνει χώρα η ονομασία προγραμμάτων όπως το HAL που συνομιλούν με ανθρώπους σε φυσικής γλώσσας συνομιλητές ή συστήματα διαλόγου. Σε αυτό το κείμενο γίνεται μελέτη των συστηματικών στοιχείων του vari-Dialogue που συνθέτουν τους σύγχρονους συνομιλητές, συμπεριλαμβανομένης της εισαγωγής γλώσσας (αυτόματη αναγνώριση ομιλίας και κατανόηση φυσικής γλώσσας) και της γλωσσικής παραγωγής (σχεδιασμός διαλόγου και απόκρισης και σύνθεση ομιλίας).

Αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχει μια άλλη χρήσιμη εργασία που σχετίζεται με τη γλώσσα και σχετίζεται με τη διάθεση τεράστιου όγκου επιστημονικών πληροφοριών στον Ιστό στα Αγγλικά σε μη αγγλόφωνους αναγνώστες ή μεταφράζοντας για τους αγγλόφωνους εκατοντάδες εκατομμύρια ιστοσελίδες γραμμένες σε άλλες γλώσσες όπως τα κινέζικα. Ο στόχος της αυτόματης μετάφρασης είναι να μεταφράσει αυτόματα ένα έγγραφο από τη μια γλώσσα στην άλλη. Έτσι, παρουσιάζονται οι αλγόριθμοι και τα μαθηματικά εργαλεία που απαιτούνται για να κατανοηθεί το πώς λειτουργεί η σύγχρονη μηχανική μετάφραση.

Η αυτόματη μετάφραση απέχει πολύ από το να λυθεί το πρόβλημα. Συγκεκριμένα, καλύπτονται οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος στο πεδίο, καθώς και σημαντικές εργασίες στοιχείων. Πολλές άλλες εργασίες επεξεργασίας γλώσσας σχετίζονται επίσης με τον Ιστό. Μια άλλη τέτοια εργασία είναι η απάντηση σε ερωτήσεις που βασίζεται στο Web. Αυτή είναι μια γενίκευση της απλής αναζήτησης στον Ιστό, στην ερώτηση που απαντά όπου αντί ενός χρήστη να

πληκτρολογεί απλώς λέξεις-κλειδιά, μπορεί να κάνει πλήρεις ερωτήσεις, που κυμαίνονται από εύκολες έως δύσκολες (Jurafsky, 2008).

Ορισμένες από αυτές, όπως ερωτήσεις ορισμού ή απλές πραγματολογικές ερωτήσεις όπως ημερομηνίες και τοποθεσίες, μπορούν ήδη να απαντηθούν από μηχανές αναζήτησης. Ωστόσο, η απάντηση σε πιο περίπλοκες ερωτήσεις μπορεί να απαιτεί εξαγωγή πληροφοριών που είναι ενσωματωμένες σε άλλο κείμενο σε μια ιστοσελίδα, εξαγωγή συμπερασμάτων (με βάση γνωστά γεγονότα) ή σύνθεση και σύνοψη πληροφοριών από πολλές πηγές ή ιστοσελίδες. Σε αυτό το κείμενο πραγματοποιείται η μελέτη των διάφορων στοιχείων που συνθέτουν σύγχρονα συστήματα κατανόησης αυτού του είδους, συμπεριλαμβανομένης της εξαγωγής πληροφοριών, της αποσαφήνισης της έννοιας της λέξης και ούτω καθεξής.

Αν και τα επιμέρους πεδία και τα προβλήματα που περιγράφηκαν παραπάνω απέχουν πολύ από το να έχουν λυθεί πλήρως, όλα αυτά είναι πολύ ενεργά ερευνητικά πεδία και πολλές τεχνολογίες είναι ήδη διαθέσιμες στο εμπόριο. Στο υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου, συνοψίζονται εν συντομία τα είδη γνώσης που είναι απαραίτητα για αυτές τις εργασίες (και άλλα όπως η ορθογραφία, ο γραμματικός έλεγχος κ.λπ.), καθώς και τα μαθηματικά μοντέλα που εισάγονται.

3.1 Γνώσεις Επεξεργασίας Λόγου και Γλώσσας

Αυτό που διακρίνει τις εφαρμογές επεξεργασίας γλώσσας από άλλα συστήματα επεξεργασίας δεδομένων είναι η χρήση της γνώσης της γλώσσας. Εξετάζοντας το πρόγραμμα Unix wc, αυτό μετράει τον συνολικό αριθμό των byte, των λέξεων και των γραμμών σε ένα αρχείο κειμένου. Όταν χρησιμοποιείται σε countbyte και γραμμές, το wc είναι μια συνηθισμένη εφαρμογή επεξεργασίας δεδομένων. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των λέξεων σε ένα αρχείο, απαιτεί γνώση σχετικά με το τι σημαίνει μια λέξη και έτσι γίνεται ένα σύστημα επεξεργασίας γλώσσας.

Φυσικά, το Unix wc είναι ένα εξαιρετικά απλό σύστημα με εξαιρετικά περιορισμένη και φτωχή γνώση της γλώσσας. Οι εξελιγμένοι συνομιλητές όπως το HAL, τα συστήματα αυτόματης μετάφρασης ή τα ισχυρά συστήματα απάντησης ερωτήσεων απαιτούν πολύ ευρύτερη και βαθύτερη γνώση της γλώσσας. Για να αποκτηθεί μια

αίσθηση για το εύρος και το είδος της απαιτούμενης γνώσης, πρέπει να υποτεθούν μερικά από αυτά που θα πρέπει να γνωρίζει το HAL για να συμμετάσχει στον διάλογο που ξεκινά αυτό το κεφάλαιο ή για ένα σύστημα απάντησης ερωτήσεων για να απαντήσει σε μία από τις παραπάνω ερωτήσεις. Το HAL πρέπει να μπορεί να αναγνωρίζει λέξεις από ένα ηχητικό σήμα και να δημιουργεί ένα ηχητικό σήμα από μια ακολουθία λέξεων. Αυτές οι εργασίες αναγνώρισης ομιλίας και σύνθεσης ομιλίας απαιτούν γνώση σχετικά με τη φωνητική και τη φωνολογία ως προς το πώς προφέρονται οι λέξεις σε όρους ακολουθιών ήχων και πώς καθένας από αυτούς τους ήχους πραγματοποιείται ακουστικά. Η παραγωγή και η αναγνώριση αυτών και άλλων παραλλαγών μεμονωμένων λέξεων (π.χ. η αναγνώριση ότι οι πόρτες είναι πληθυντικός) απαιτεί γνώση σχετικά με τη μορφολογία και τον τρόπο με τον οποίο οι λέξεις διασπώνται σε συστατικά μέρη που φέρουν σημασίες όπως ενικός έναντι πληθυντικού (Jurafsky,2008).

Προχωρώντας πέρα από μεμονωμένες λέξεις, το HAL πρέπει να χρησιμοποιήσει τη δομική γνώση για να συνδυάσει σωστά τις λέξεις που αποτελούν την απάντησή του. Για παράδειγμα, το HAL πρέπει να γνωρίζει ότι μια ακολουθούμενη σειρά λέξεων δεν θα έχει νόημα για έναν χρήστη, παρά το γεγονός ότι περιέχει ακριβώς το ίδιο σύνολο λέξεων με το πρωτότυπο: "Είμαι ναι, συγγνώμη που φοβάμαι ότι ο Dave δεν μπορώ". Οι γνώσεις που απαιτούνται για την ταξινόμηση και την ομαδοποίηση λέξεων εμπίπτουν στην επικεφαλίδα syn-tax.

Τώρα πρέπει να εξεταστεί ένα σύστημα απάντησης ερωτήσεων που ασχολείται με την ακόλουθη ερώτηση: (1.2) Πόσο κινέζικο μετάξι εξήχθη στη Δυτική Ευρώπη μέχρι τα τέλη του 18ου αιώνα; Για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα, πρέπει να είναι γνωστή η λεξιλογική σημασιολογία, η σημασία όλων των λέξεων (εξαγωγή ή μετάξι) καθώς και η συνθετική σημασιολογία ως προς το τι ακριβώς συνιστά η Δυτική Ευρώπη σε αντίθεση με την Ανατολική ή τη Νότια Ευρώπη, τι σημαίνει το τέλος όταν συνδυάζεται με τον 18ο αιώνα. Εκτός των παραπάνω, πρέπει να είναι γνωστή και η σχέση των λέξεων με τη συντακτική δομή. Για παράδειγμα, πρέπει να είναι ήδη γνωστό ότι το «στα τέλη του 18ου αιώνα» είναι ένα χρονικό τελικό σημείο και όχι μια περιγραφή του παράγοντα, όπως η παράφραση στην ακόλουθη πρόταση: (1.3) Πόσο κινέζικο μετάξι εξήχθη στη Δυτική Ευρώπη από τους νότιους εμπόρους; Χρειαζόμαστε επίσης το είδος της γνώσης που επιτρέπει στο HAL να προσδιορίσει ότι η ομιλία του Dave είναι

ένα αίτημα για δράση, σε αντίθεση με μια απλή δήλωση για τον κόσμο ή μια ερώτηση σχετικά με το «πόρτα», όπως στις ακόλουθες παραλλαγές της αρχικής του δήλωσης.

“Αίτημα:HAL, ανοίξτε την πόρτα της θήκης rod. ΔΗΛΩΣΗ:HAL, η πόρτα της θήκης rod είναι ανοιχτή. ΕΡΩΤΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ:HAL, είναι ανοιχτή η πόρτα της υποδοχής rod;

Στη συνέχεια, το HAL ξέρει αρκετά για να είναι ευγενικό με τον Dave. Θα μπορούσε, για παράδειγμα, απλά να απαντήσει «Όχι» ή «Όχι, δεν θα ανοίξω την πόρτα». Αντίθετα, αρχικά εξευγενίζει την απάντησή του με τις φράσεις λυπάμαι και φοβάμαι, και στη συνέχεια μόνο έμμεσα σηματοδοτεί την άρνησή του λέγοντας «δεν μπορώ», παρά με το πιο άμεσο (και αληθινό) «δεν θα το κάνω».

Αυτή η γνώση σχετικά με το είδος των ενεργειών που σκοπεύουν οι ομιλητές με τη χρήση των προτάσεών τους είναι η πραγματιστική γνώση ή η γνώση του διαλόγου. Απαιτείται ένα άλλο είδος πραγματιστικής γνώσης ή γνώσης λόγου για την απάντηση στην ερώτηση: «Πόσες πολιτείες βρίσκονταν στις Ηνωμένες Πολιτείες εκείνο το έτος;», «Ποιο έτος είναι εκείνο το έτος;». Για να ερμηνεύσει λέξεις όπως «εκείνο το έτος», ένα σύστημα απάντησης ερωτήσεων πρέπει να εξετάσει τις προηγούμενες ερωτήσεις που τέθηκαν. Σε αυτή την περίπτωση, η προηγούμενη ερώτηση μιλούσε για τη χρονιά που γεννήθηκε ο Λίνκολν. Έτσι, αυτό το έργο της επίλυσης κεντρικών αναφορών χρησιμοποιεί τη γνώση σχετικά με το πώς λέξεις ή αντωνυμίες αναφέρονται σε προηγούμενα μέρη του λόγου (Jurafsky, 2008). Συνοψίζοντας, η ενασχόληση με σύνθετη γλωσσική συμπεριφορά απαιτεί διάφορα είδη γνώσης της γλώσσας:

- Φωνητική και Φωνολογία — γνώση για γλωσσικούς ήχους.
- Μορφολογία — γνώση των νοηματικών στοιχείων των λέξεων.
- Συντακτικό — γνώση των δομικών σχέσεων μεταξύ των λέξεων.
- Σημασιολογία — γνώση του νοήματος.
- Πραγματολογία — γνώση της σχέσης του νοήματος με τους στόχους και τις προθέσεις του ομιλητή.

- Λόγος — γνώση για τη γλωσσικές μονάδες μεγαλύτερες από μία μόνο έκφραση.

3.2 Αμφισημία

Ένα ίσως εκπληκτικό γεγονός σχετικά με αυτές τις κατηγορίες γλωσσικής γνώσης είναι ότι οι περισσότερες εργασίες στην επεξεργασία του λόγου και της γλώσσας μπορούν να θεωρηθούν ότι επιλύουν την ασάφεια σε μία αμφισημία από αυτά τα επίπεδα. Κάποια στοιχεία εισόδου είναι διφορούμενα εάν μπορούν να δημιουργηθούν πολλαπλές, εναλλακτικές γλωσσικές διφορούμενες δομές. Για παράδειγμα, από την προφορική πρόταση “Της έκανα πάπια”, ακολουθούν πέντε διαφορετικές έννοιες που θα μπορούσε να έχει αυτή η πρόταση καθεμία από τις οποίες υποδηλώνει μια ασάφεια σε κάποιο επίπεδο:

- Της μαγείρεψα υδρόβια πτηνά.
- Μαγείρεψα υδρόβια πτηνά που της ανήκουν.
- Δημιούργησα την πάπια που της ανήκει.
- Την έκανα να χαμηλώσει γρήγορα το κεφάλι ή το σώμα της.
- Κούνησα το μαγικό μου ραβδί και τη μετέτρεψα σε αδιαφοροποίητο υδρόβιο πτηνό.

Αυτές οι διαφορετικές έννοιες προκαλούνται από μια σειρά από ασάφειες. Πρώτον, οι λέξεις «πάπια» και «της» είναι μορφολογικά ή συντακτικά διφορούμενες στο μέρος του λόγου τους. Η πάπια μπορεί να είναι ρήμα ή ουσιαστικό, ενώ η ίδια μπορεί να είναι δοτική αντωνυμία ή κτητική αντωνυμία. Δεύτερον, η λέξη «έκανα» είναι σημασιολογικά διφορούμενη, μπορεί να σημαίνει δημιουργία ή μαγειρεύω.

Συχνά εισάγονται τα σχετικά μοντέλα και οι σχετικοί αλγόριθμοι για να επιλυθούν ή να αποσαφηνιστούν αυτές οι ασάφειες. Για παράδειγμα, το να αποφασιστεί αν η «πάπια» είναι ρήμα ή ουσιαστικό μπορεί να λυθεί με την προσθήκη ετικετών σε μέρος του λόγου. Το να αποφασιστεί αν το «έκανα» σημαίνει «δημιουργώ» ή «μαγειρεύω» μπορεί να λυθεί με την αποσαφήνιση της έννοιας της λέξης (Jurafksy, 2008). Η επίλυση των ασαφειών του μέρους του λόγου και της έννοιας της λέξης

είναι δύο σημαντικά είδη λεξικής αποσαφήνισης. Μια μεγάλη ποικιλία εργασιών μπορεί να πλαισιωθεί ως προβλήματα λεξικής αποσαφήνισης. Επίσης, εξετάζονται ασάφειες που δεν προκύπτουν στο παραπάνω παράδειγμα, όπως ο προσδιορισμός εάν μια πρόταση είναι δήλωση ή ερώτηση (το οποίο μπορεί να επιλυθεί με ερμηνεία λεκτικής πράξης).

3.3 Μοντέλα και αλγόριθμοι

Μια από τις βασικές γνώσεις, των τελευταίων 50 ετών έρευνας, στη γλωσσική επεξεργασία είναι ότι τα διάφορα είδη γνώσης που περιγράφονται στις τελευταίες ενότητες μπορούν να συλληφθούν μέσω της χρήσης ενός μικρού αριθμού τυπικών μοντέλων ή θεωριών.

Ευτυχώς, όλα αυτά τα μοντέλα και οι θεωρίες προέρχονται από τις τυπικές εργαλειοθήκες της επιστήμης των υπολογιστών, των μαθηματικών και της γλωσσολογίας και θα πρέπει να είναι γενικά γνωστά σε όσους έχουν εκπαιδευτεί σε αυτούς τους τομείς. Μεταξύ των πιο σημαντικών μοντέλων είναι οι μηχανές καταστάσεων, τα συστήματα κανόνων, η λογική, τα πιθανοτικά μοντέλα και τα μοντέλα διανυσματικού χώρου. Αυτά τα μοντέλα, με τη σειρά τους, προσφέρονται σε έναν μικρό αριθμό αλγορίθμων, μεταξύ των πιο σημαντικών από τους οποίους είναι οι αλγόριθμοι αναζήτησης χώρου κατάστασης, όπως ο δυναμικός προγραμματισμός και οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης, όπως οι ταξινομητές και η Μεγιστοποίηση Προσδοκιών (EM), καθώς και άλλοι αλγόριθμοι μάθησης.

Στην απλούστερη διατύπωσή τους, οι μηχανές καταστάσεων είναι τυπικά μοντέλα που αποτελούνται από καταστάσεις, μεταβάσεις μεταξύ καταστάσεων και μια αναπαράσταση εισόδου. Μερικές από τις παραλλαγές αυτού του βασικού μοντέλου που θα εξεταστούν είναι ντετερμινιστικά και μη ντετερμινιστικά, αυτόματα πεπερασμένης κατάστασης και μετατροπείς πεπερασμένης κατάστασης. Στενά συνδεδεμένα με αυτά τα μοντέλα είναι τα δηλωτικά τους αντίστοιχα: συστήματα τυπικών κανόνων. Μεταξύ των πιο σημαντικών που θεωρούνται (τόσο σε πιθανολογικές όσο και σε μη πιθανολογικές διατυπώσεις) είναι οι κανονικές γραμματικές και οι κανονικές σχέσεις, οι γραμματικές χωρίς πλαίσιο και οι γραμματικές επαυξημένες με χαρακτηριστικά. Οι μηχανές κατάστασης και τα συστήματα τυπικών κανόνων είναι τα κύρια εργαλεία που χρησιμοποιούνται κατά την

ασχολία με τη γνώση της φωνολογίας, της μορφολογίας και της σύνταξης (Jurafksy, 2008).

Μια τρίτη κατηγορία μοντέλων που διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην αποτύπωση της γνώσης της γλώσσας είναι μοντέλα που βασίζονται στη λογική. Συζητείται η λογική πρώτης τάξης, γνωστή και ως κατηγορηματικός λογισμός, καθώς και σχετικοί φορμαλισμοί όπως ο λογισμός λάμδα, οι δομές χαρακτηριστικών και τα σημασιολογικά πρωτόγονα. Αυτές οι λογικές αναπαραστάσεις χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για τη μοντελοποίηση της σημασιολογίας και της πραγματιστικής, αν και πιο πρόσφατες εργασίες έχουν την τάση να επικεντρώνονται σε δυνητικά πιο ισχυρές τεχνικές που προέρχονται από μη λογική λεξιλογική σημασιολογία.

Τα πιθανοτικά μοντέλα είναι ζωτικής σημασίας για την αποτύπωση κάθε είδους γλωσσικής γνώσης. Κάθε ένα από τα άλλα μοντέλα (μηχανές κατάστασης, συστήματα επίσημων κανόνων και λογική) μπορεί να επαυξηθεί με πιθανότητες. Για παράδειγμα, η μηχανή κατάστασης μπορεί να αυξηθεί με πιθανότητες για να γίνει το σταθμισμένο αυτόματο ή το μοντέλο Markov. Ακόμη, αξίζει να αναφερθούν τα κρυφά μοντέλα Markov ή HMM, τα οποία χρησιμοποιούνται παντού στο πεδίο, στην επισήμανση μέρους του λόγου, στην αναγνώριση ομιλίας, στην κατανόηση διαλόγου, στη μετατροπή κειμένου σε ομιλία και σε αυτόματη μετάφραση. Το βασικό πλεονέκτημα των πιθανοτικών μοντέλων είναι η ικανότητα που κατέχουν στην επίλυση πολλών ειδών προβλημάτων ασάφειας που συζητήθηκαν νωρίτερα. Σχεδόν κάθε πρόβλημα επεξεργασίας ομιλίας και γλώσσας μπορεί να αναδιατυπωθεί ως «δίνονται N-επιλογές για κάποια διφορούμενη είσοδο, επιλέξτε την πιο πιθανή». Τέλος, μοντέλα διανυσματικού χώρου, βασισμένα στη γραμμική άλγεβρα, αποτελούν τη βάση της ανάκτησης πληροφοριών και τη βάση για πολλές επεξεργασίες σημασιών λέξεων.

Η γλώσσα επεξεργασίας, με οποιοδήποτε από αυτά τα μοντέλα, συνήθως περιλαμβάνει αναζήτηση. Στην αναγνώριση ομιλίας, λαμβάνει χώρα η αναζήτηση μέσα από ένα χώρο ακολουθιών για τη σωστή λέξη. Κατά την ανάλυση, πραγματοποιείται αναζήτηση για τη συντακτική ανάλυση μιας πρότασης εισαγωγής. Στη μηχανική μετάφραση, πραγματοποιείται η αναζήτηση μέσα από ένα χώρο μεταφραστικών υποθέσεων για τη σωστή μετάφραση μιας πρότασης σε άλλη γλώσσα. Εργαλεία μηχανικής εκμάθησης, όπως οι ταξινομητές και τα μοντέλα

ακολουθίας, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε πολλές εργασίες επεξεργασίας γλώσσας. Με βάση τα χαρακτηριστικά που περιγράφουν κάθε αντικείμενο, ο ταξινομητής επιχειρεί να αντιστοιχίσει ένα μεμονωμένο αντικείμενο σε μια κλάση, ενώ ένα μοντέλο ακολουθίας επιχειρεί να ταξινομήσει από κοινού μια ακολουθία αντικειμένων σε μια ακολουθία κλάσεων.

Τέλος, οι ερευνητές στη γλωσσική επεξεργασία χρησιμοποιούν πολλές από τις ίδιες μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται στην έρευνα μηχανικής μάθησης—τη χρήση διακριτής εκπαίδευσης και σύνολα δοκιμών, στατιστικές τεχνικές, όπως διασταυρούμενη επικύρωση και προσεκτική αξιολόγηση εκπαιδευμένων συστημάτων.

3.4 Γλώσσα, σκέψη και κατανόηση

Για πολλούς, η ικανότητα των υπολογιστών να επεξεργάζονται τη γλώσσα τόσο επιδέξια όσο οι άνθρωποι σηματοδοτεί την άφιξη πραγματικά έξυπνων μηχανών. Η βάση αυτής της πεποίθησης είναι το γεγονός ότι η αποτελεσματική χρήση της γλώσσας είναι συνυφασμένη με τις γενικές γνωστικές ανθρώπινες ικανότητες. Μεταξύ των πρώτων που εξέτασαν τις υπολογιστικές επιπτώσεις αυτής της στενής σύνδεσης ήταν ο Alan Turing (1950). Σε αυτή τη διάσημη εργασία, ο Turing εισήγαγε αυτό που έγινε γνωστό ως Turing test. Ο Turing ξεκίνησε με τη θέση ότι το ερώτημα για το τι θα σήμαινε το Turing test για μια μηχανή να σκέφτεται ήταν ουσιαστικά αναπάντητο λόγω της εγγενούς ανακρίβειας των όρων μηχανή και σκέψη. Πρότεινε ένα εμπειρικό τεστ, ένα παιχνίδι, στο οποίο η χρήση της γλώσσας από έναν υπολογιστή θα αποτελούσε τη βάση για να καθοριστεί εάν η μηχανή μπορούσε να σκεφτεί. Αν το μηχάνημα μπορούσε να κερδίσει το παιχνίδι, θα ήταν έξυπνο.

Στο παιχνίδι του Turing, υπάρχουν τρεις συμμετέχοντες: δύο άτομα και ένας υπολογιστής. Ένα από τα άτομα είναι ένας διαγωνιζόμενος που παίζει το ρόλο του ανακριτή. Για να κερδίσει, ο ανακριτής πρέπει να καθορίσει ποιος από τους άλλους δύο συμμετέχοντες είναι το μηχάνημα, θέτοντας μια σειρά ερωτήσεων μέσω τηλετύπου. Το καθήκον της μηχανής είναι να ξεγελάσει τον ανακριτή ότι είναι άτομο και απαντώντας όπως ένα άτομο στις ερωτήσεις του ανακριτή. Το καθήκον του

δεύτερου ανθρώπινου συμμετέχοντα είναι να πείσει τον ανακριτή ότι ο άλλος συμμετέχων είναι η μηχανή και ότι είναι άνθρωπος.

Ο Turing προέβλεψε ότι περίπου στα τέλη του 20ου αιώνα μια μηχανή με 10 gigabyte μνήμης θα είχε περίπου 30% πιθανότητες να ξεγελάσει έναν άνθρωπο ανακριτή μετά από πέντε λεπτά ανάκρισης. Δεδομένου του γεγονότος ότι υπάρχει η δυνατότητα να ξεγελαστούν μερικοί άνθρωποι συνεχόμενα, δεν είναι σαφές πόσο αυστηρό είναι αυτό το συγκεκριμένο πρότυπο. Ωστόσο, το κρίσιμο ζήτημα για τον Turing ήταν ότι η χρήση της γλώσσας όπως χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους είναι επαρκής, από μόνη της, ως επιχειρησιακό τεστ για τη νοημοσύνη. Παραδόξως, πολλά από τα ζητήματα που έθιξε ο Turing έγιναν σχετικά ήδη από το 1966 στο πλαίσιο του προγράμματος ELIZA (Weizenbaum, 1966). Το ELIZA ήταν ένα πρώιμο σύστημα επεξεργασίας γλώσσας nat-ELIZAural ικανό να διεξάγει μια περιορισμένη μορφή συνομιλίας με έναν χρήστη. Παρακάτω παρουσιάζεται μία συνεδρία με μια εκδοχή του ELIZA που μιμήθηκε τις απαντήσεις ενός Ροτζεριανού ψυχοθεραπευτή:

- Χρήστης1: Είσαι σαν τον πατέρα μου κατά κάποιο τρόπο.
- ELIZA1: ΤΙ ΟΜΟΙΩΣΗ ΒΛΕΠΕΙΣ;
- Χρήστης2: Δεν είσαι πολύ επιθετικός αλλά νομίζω ότι δεν θέλεις να το παρατηρήσω αυτό.
- ELIZA2: ΤΙ ΣΕ ΚΑΝΕΙ ΝΑ ΝΟΜΙΖΕΙΣ ΟΤΙ ΔΕΝ ΕΙΜΑΙ ΕΠΙΘΕΤΙΚΟΣ
- ΧΡΗΣΤΗΣ3: Εσύ δεν με μαλώνεις.
- ELIZA3: ΓΙΑΤΙ ΝΟΜΙΖΕΙΣ ΟΤΙ ΔΕΝ ΜΑΛΩΝΩ ΜΑΖΙ ΣΟΥ
- Χρήστης4: Με φοβάσαι.
- ELIZA4: ΣΕ ΠΑΡΑΚΑΛΩ ΝΑ ΠΙΣΤΕΥΕΙΣ ΣΕ ΦΟΒΑΜΑΙ

Το ELIZA είναι ένα εξαιρετικά απλό πρόγραμμα που χρησιμοποιεί αντιστοίχιση προτύπων για να επεξεργαστεί την είσοδο και να τη μεταφράσει σε κατάλληλες εξόδους. Όπως σημειώνει ο Weizenbaum (1976), αυτό είναι ένα από τα λίγα είδη διαλόγου όπου οι ακροατές μπορούν να συμπεριφέρονται σαν να μην γνωρίζουν τίποτα από τον κόσμο. Η βαθιά συνάφεια της ELIZA με τις ιδέες του Turing είναι ότι πολλοί άνθρωποι που αλληλεπιδρούσαν με την ELIZA πίστευαν ότι καταλάβαινε

πραγματικά τους ίδιους και τα προβλήματά τους. Πράγματι, ο Weizenbaum (1976) σημειώνει ότι πολλοί από αυτούς τους ανθρώπους συνέχισαν να πιστεύουν στις ικανότητες του ELIZA ακόμα και αφού τους εξηγήθηκε η λειτουργία του προγράμματος. Τα πιο πρόσφατα χρόνια, οι άτυπες δοκιμές του Weizenbaum επαναλήφθηκαν σε ένα κάπως πιο ελεγχόμενο περιβάλλον. Από το 1991, μια εκδήλωση γνωστή ως διαγωνισμός Loebner Prize επιχειρεί να συμπεριλάβει διάφορα προγράμματα υπολογιστών στο τεστ Turing. Αν και αυτοί οι διαγωνισμοί φαίνεται να έχουν μικρό επιστημονικό ενδιαφέρον, ένα σταθερό αποτέλεσμα όλα αυτά τα χρόνια ήταν ότι ακόμη και τα πιο περίπλοκα προγράμματα μπορούν, μερικές φορές, να ξεγελάσουν ορισμένους από τους κριτές (Shieber, 1994a). Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι αυτά τα αποτελέσματα δεν έχουν κάνει τίποτα για να καταπνίξουν τη συνεχιζόμενη συζήτηση σχετικά με την καταλληλότητα του τεστ Turing ως τεστ ευφυΐας μεταξύ φιλοσόφων και ερευνητών τεχνητής νοημοσύνης (Searle, 1980).

Ευτυχώς, η συνάφεια αυτών των αποτελεσμάτων δεν επηρεάζει καθόλου εάν οι υπολογιστές θα είναι ποτέ έξυπνοι ή θα καταλάβουν ποτέ τη φυσική γλώσσα. Πολύ πιο σημαντική είναι η πρόσφατη σχετική έρευνα στις κοινωνικές επιστήμες που έχει επιβεβαιώσει μια άλλη από τις προβλέψεις του Turing από την ίδια εργασία. Ωστόσο, ίσως στο τέλος του αιώνα η χρήση των λέξεων και της μορφωμένης γνώμης θα έχει αλλάξει τόσο πολύ που θα υπάρχει η δυνατότητα για αναφορά στις μηχανές που σκέφτονται χωρίς να περιμένουν να αντικρούονται.

Είναι πλέον ξεκάθαρο ότι ανεξάρτητα από το τι πιστεύουν ή γνωρίζουν οι άνθρωποι για την εσωτερική λειτουργία των υπολογιστών, μιλούν για αυτούς και αλληλεπιδρούν μαζί τους ως κοινωνικές οντότητες. Οι άνθρωποι συμπεριφέρονται προς τους υπολογιστές σαν να ήταν άνθρωποι. Επιπρόσθετα, είναι ευγενικοί μαζί τους, τους αντιμετωπίζουν ως μέλη της ομάδας και περιμένουν, μεταξύ άλλων, ότι οι υπολογιστές θα πρέπει να είναι σε θέση να κατανοούν τις ανάγκες τους και να μπορούν να αλληλεπιδρούν φυσικά μαζί τους. Για παράδειγμα, οι Reeves and Nass (1996) βρήκαν ότι όταν ένας υπολογιστής ζήτησε από έναν άνθρωπο να αξιολογήσει πόσο καλά τα πήγαινε ο υπολογιστής, ο άνθρωπος έδωσε πιο θετικές απαντήσεις από ό,τι όταν ένας διαφορετικός υπολογιστής έκανε τις ίδιες ερωτήσεις. Ο κόσμος φαινόταν να φοβάται μήπως γίνει αγενής. Σε ένα διαφορετικό πείραμα, οι Reeves και

Nass διαπίστωσαν ότι οι άνθρωποι δίνουν επίσης στους υπολογιστές υψηλότερες αξιολογήσεις απόδοσης εάν ο υπολογιστής αναφερόταν πρόσφατα σε κάτι κολακευτικό σχετικά με τον άνθρωπο. Δεδομένων αυτών των προδιαθέσεων, τα συστήματα που βασίζονται σε ομιλία και γλώσσα μπορεί να παρέχουν σε πολλούς χρήστες την πιο φυσική διεπαφή, για πολλές εφαρμογές. Αυτό το γεγονός οδήγησε σε μια μακροπρόθεσμη εστίαση στον τομέα του σχεδιασμού των συνομιλητών, τεχνητών οντοτήτων που επικοινωνούν συνομιλητικά.

3.5 Η τέχνη της επεξεργασίας της γλώσσας

Αυτή είναι μια συναρπαστική στιγμή για τον τομέα της επεξεργασίας του λόγου και της γλώσσας. Η εκπληκτική αύξηση των υπολογιστικών πόρων που είναι διαθέσιμοι στον μέσο χρήστη υπολογιστή, η άνοδος του Ιστού ως τεράστιας πηγής πληροφοριών και η αυξανόμενη διαθεσιμότητα ασύρματης πρόσβασης μέσω κινητού τηλεφώνου έχουν τοποθετήσει όλες τις εφαρμογές επεξεργασίας ομιλίας και γλώσσας στο προσκήνιο της τεχνολογίας. Τα ακόλουθα είναι παραδείγματα ορισμένων συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί αυτήν τη στιγμή και αντικατοπτρίζουν αυτήν την τάση.

Οι ταξιδιώτες που καλούν την Amtrak, την United Airlines και άλλους ταξιδιωτικούς παρόχους αλληλεπιδρούν με συνομιλητές που τους καθοδηγούν στη διαδικασία κράτησης και λήψης πληροφοριών άφιξης και αναχώρησης. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων παρέχουν αυτόματη αναγνώριση ομιλίας και συστήματα μετατροπής κειμένου σε ομιλία που επιτρέπουν στους οδηγούς να ελέγχουν τα περιβαλλοντικά, ψυχαγωγικά και πλοηγικά τους συστήματα με φωνητικό τρόπο. Ένα παρόμοιο σύστημα προφορικού διαλόγου έχει αναπτυχθεί από αστροναύτες στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό. Οι εταιρείες αναζήτησης βίντεο παρέχουν υπηρεσίες αναζήτησης για εκατομμύρια ώρες βίντεο στον Ιστό, χρησιμοποιώντας τεχνολογία αναγνώρισης ομιλίας για την καταγραφή των λέξεων στο ηχητικό κομμάτι. Η Google παρέχει cross – υπηρεσίες ανάκτησης και μετάφρασης πληροφοριών γλώσσας, με τις οποίες οι χρήστες μπορούν να παρέχουν ερωτήματα στη μητρική τους γλώσσα σε συλλογές αναζήτησης σε άλλη γλώσσα.

Η Google μεταφράζει το ερώτημα, βρίσκει τις πιο σχετικές σελίδες και στη συνέχεια τις μεταφράζει αυτόματα στη μητρική γλώσσα του χρήστη. Μεγάλοι εκπαιδευτικοί

εκδότες όπως η Pearson και υπηρεσίες δοκιμών όπως το ETS χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένα συστήματα για να αναλύουν χιλιάδες δοκίμια μαθητών, να τα βαθμολογούν και να τα αξιολογούν με τρόπο που δεν διακρίνεται από τους μαθητές. Διαδραστικοί εικονικοί πράκτορες, βασισμένοι σε ζωντανούς χαρακτήρες κινουμένων σχεδίων, χρησιμεύουν ως δάσκαλοι για τα παιδιά που μαθαίνουν να διαβάζουν (Wise et al., 2007). Οι εταιρείες ανάλυσης κειμένου παρέχουν μάρκετινγκ με βάση τις αυτοματοποιημένες μετρήσεις των απόψεων των χρηστών, τις προτιμήσεις, τις τάσεις όπως εκφράζονται σε ιστολόγια, το φόρουμ συζήτησης και τις ομάδες χρηστών.

3.6 Εντοπισμός και διόρθωση σφαλμάτων στην μηχανική μάθηση (error identification)

Σε αυτήν την περίπτωση και για την καλύτερη κατανόηση του συγκεκριμένου κεφαλαίου, θα μελετηθεί η διόρθωση σφαλμάτων στην εκμάθηση της αγγλικής γλώσσας. Ως γνωστόν, η γραμματική μιας γλώσσας χωρίζεται σε συντακτική και σημασιολογική. Η σύνταξη είναι ο τρόπος με τον οποίο συνδυάζονται οι λέξεις για να σχηματιστεί μια πρόταση. Η ανάκτηση των συντακτικών πληροφοριών είναι ένα πρωταρχικό βήμα στην προεπεξεργασία των προτάσεων μιας γλώσσας. Το εργαλείο που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση της συντακτικής δομής από μια δεδομένη πρόταση ονομάζεται ανάλυση.

Οι συντακτικές πληροφορίες περιλαμβάνουν σχέση εξάρτησης, συντακτική δομή και ετικέτα Part of Speech (POS). Το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ πρότεινε μια στατιστική τεχνική για την ανάκτηση της συντακτικής δομής των αγγλικών προτάσεων. Με βάση αυτή την τεχνική αναπτύχθηκε ένα βασικό σύνολο εργαλείων Stanford Parser NLP. Ο αναλυτής χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα για την προεπεξεργασία του κειμένου σε τέτοια μορφή που μπορεί να αναγνωριστεί από αλγόριθμο μηχανικής μάθησης. Υπάρχουν διάφορες στρατηγικές και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση σφαλμάτων σε διαφορετικούς τομείς. Διαφορετικά χαρακτηριστικά θεωρείται ότι αντιπροσωπεύουν το έγγραφο κειμένου ως σύνολο δεδομένων για την δημιουργία αλγόριθμου μηχανικής μάθησης και για μεθόδους επιλογής χαρακτηριστικών που είναι για διόρθωση του σφάλματος και για την αξιολόγηση της απόδοσης.

Η πρώτη από τις στρατηγικές είναι η διόρθωση προθέσεων και προσδιοριστών (Tetreault et al., 2010). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ο αναλυτής Stanford που αποτελείται από έναν ανταγωνιστικό αναλυτή δομής φράσεων. Η επιλογή προθέσεων επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά ανάλυσης που έχουν ισχυρή ισχύ στην επιλογή σε καλά μορφοποιημένο κείμενο. Επίσης, η απόδοση του συστήματος ανίχνευσης σφαλμάτων-προθέσεων που χρησιμοποιεί χαρακτηριστικά ανάλυσης βελτιώνεται, παρόλο που υπάρχουν σφάλματα στο κείμενο, και τα χαρακτηριστικά ανάλυσης έχουν μικρή και μη σημαντική επιρροή. Η πρόταση εισαγωγής χωρίζεται σε κομμάτια πριν και μετά την πρόθεση και αναλύονται χωριστά. Μετά την εξέταση της εξόδου του αναλυτή, τα χαρακτηριστικά ανάλυσης μπορούν να εξαχθούν από δεδομένα ESL (Tetreault et al., 2010).

Για τη διόρθωση σφαλμάτων πρόθεσης και προσδιοριστικών, χρησιμοποιούνται αγωγοί γραμμικών ταξινομητών στο σύστημα. Σε αυτό το σύστημα, η διόρθωση του προσδιοριστή και της πρόθεσης θεωρείται πρόβλημα ταξινόμησης. Κατασκευάζονται ξεχωριστοί ταξινομητές για τη διόρθωση των σφαλμάτων σε προσδιορισμούς της γλώσσας. Η πρόθεση αντικαθιστά τα σφάλματα και τα σφάλματα εισαγωγής και διαγραφής πρόθεσης (Tetreault et al., 2010). Για να σχηματιστεί μια διόρθωση σφάλματος στο σύστημα, οι ταξινομητές συνδυάζονται σε μια σειρά βημάτων διόρθωσης. Το σύστημα αποτελείται από διαδοχικά βήματα όπου η έξοδος ενός βήματος χρησιμεύει ως είσοδος για το επόμενο βήμα. Μέσω της εξαγωγής χαρακτηριστικών αναλύεται η συντακτική δομή των προτάσεων εισαγωγής, το μέρος του λόγου (POS), η προσθήκη ετικετών, η τμηματοποίηση και ανάλυση και οι σχετικές περιπτώσεις προσδιορίζονται για διόρθωση όλων των ονοματικών φράσεων (NP) για τη διόρθωση του προσδιοριστή.

Η διόρθωση σφάλματος προσδιοριστή αντιμετωπίζεται ως πρόβλημα ταξινόμησης πολλαπλών κλάσεων. Ένας ταξινομητής είναι εκπαιδευμένος να προβλέπει το σωστό άρθρο από ένα σύνολο πιθανών επιλογών άρθρου (a, the, an) σύμφωνα με το πλαίσιο της πρότασης (Dahlmeier et al., 2012).

Η δεύτερη από τις στρατηγικές αφορά τα νευρωνικά δίκτυα για διόρθωση κατάχρησης αγγλικού άρθρου (Sun et al., 2015). Οι λέξεις που περιβάλλουν το περιεχόμενο του άρθρου λαμβάνονται υπόψη στην εξαγωγή χαρακτηριστικών. Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά που βασίζονται σε ανθρώπινες δεξιότητες

και προηγούμενες γνώσεις στο NLP, αυτή η προσέγγιση απλώς βοηθάει στον αυτοματισμό του συστήματος. Ανάλογα με αυτήν την προσέγγιση εκπαιδεύεται τόσο ένα σώμα με σχολιασμό σφαλμάτων όσο και ένα σώμα χωρίς σχολιασμό σφάλματος. Αξίζει να επισημανθεί ότι υπάρχει η δυνατότητα εκμάθησης ενός ισχυρού στατιστικού μοντέλου σε επαρκή παραδείγματα σφαλμάτων. Αυτό το σύστημα εστιάζει στη διόρθωση σφαλμάτων άρθρου χρησιμοποιώντας το νευρωνικό δίκτυο συνέλιξης (CNN).

Στα Αγγλικά, υπάρχουν κανόνες για τη χρήση του *a*, του *an* ή των ιδιοτήτων της λέξης που εξετάζουν αμέσως μετά το *a/an*. Αυτοί οι κανόνες που υλοποιούνται χρησιμοποιούνται για την αναθεώρηση της παραγωγής της μονάδας CNN.

Η τρίτη στρατηγική αναφέρεται στην ανίχνευση σφαλμάτων αγγλικού άρθρου για μη φυσικούς ομιλητές (Han et al., 2006). Ένας ταξινομητής εκπαιδεύεται να επιλέγει μεταξύ *a/an*, το *a* ή μηδέν, δηλαδή κανένα άρθρο για ουσιαστικό, φράσεις (NPs), με βάση ένα σύνολο χαρακτηριστικών που εξάγονται από το τοπικό πλαίσιο κάθε άρθρου. Το σύστημα χρησιμοποιεί χαρακτηριστικά που βασίζονται στο τοπικό πλαίσιο με τη μορφή λέξεων και ετικετών POS για να υπολογιστεί η πιθανότητα ότι το NP θα έχει ένα άρθρο, το *a* ή 0. Η απόδοση του συστήματος αξιολογείται με 2 τρόπους: (1) με δεδομένα που διατηρούνται από το ίδιο σύνολο και (2) σε δοκίμια που γράφτηκαν για το Test of English as a Foreign Language από φυσικούς ομιλητές των Ιαπωνικών και Ρωσικών.

Η τέταρτη στρατηγική αφορά την τεχνική ανακατάταξης για τη διόρθωση γραμματικών σφαλμάτων (Mizumoto, 2016). Έχουν χρησιμοποιηθεί μέθοδοι διόρθωσης γραμματικών σφαλμάτων που χρησιμοποιούνται στην στατιστική αυτόματη μετάφραση (SMT), το οποίο προτείνεται για την αντιμετώπιση πολλών γραμματικών λαθών. Ένα σύστημα SMT δημιουργεί περιπτώσεις με βαθμολογίες για όλες τις προτάσεις και επιλέγει την πρόταση με την υψηλότερη βαθμολογία ως αποτέλεσμα διόρθωσης. Στο σύστημα SMT 1-best το αποτέλεσμα δεν είναι πάντα το καλύτερο αποτέλεσμα. Και προτείνεται προσέγγιση κατάταξης για διόρθωση γραμματικών σφαλμάτων. Επίσης, χρησιμοποιείται η επαναβαθμολόγηση N-καλύτερων αποτελεσμάτων του SMT και η αναδιάταξη της προσέγγισης ανακατάταξης αποτελεσμάτων. Όταν χρησιμοποιείται η διακριτική ανακατάταξη με χαρακτηριστικά, τόσο η ακρίβεια όσο και η ανάκληση αυξάνονται.

Η πέμπτη στρατηγική είναι σχετική με το εργαλείο επιλογής χαρακτηριστικών με χρήση παράλληλου γενετικού αλγόριθμου (Soufan, 2015). Ο αριθμός των διακριτικών χαρακτηριστικών έχει σημασία για την απόδοση υψηλότερης ταξινόμησης. Ο μικρότερος αριθμός των χαρακτηριστικών μειώνει το πρόβλημα των διαστάσεων και ως εκ τούτου βελτιώνει την απόδοση. Το DWFS είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την επιλογή χαρακτηριστικών για μια ποικιλία προβλημάτων. Επίσης, ακολουθεί την προσέγγιση του περιτυλίγματος και εφαρμόζει στρατηγική αναζήτησης που βασίζεται σε Γενετικούς Αλγόριθμους (GA). Μια παράλληλη GA εφαρμογή αξιολογεί ταυτόχρονα μεγάλο αριθμό συλλογών χαρακτηριστικών. Το DWFS ενσωματώνει διάφορες μεθόδους φιλτραρίσματος που εφαρμόζονται ως βήμα προεπεξεργασίας στην επιλογή χαρακτηριστικών. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, οι παράμετροι μπορούν να προσαρμοστούν στη λειτουργία φυσικής κατάστασης του GA. Ακόμη, πειράματα που γίνονται με χρήση ετερογενών συνόλων δεδομένων από βιοϊατρικές εφαρμογές καταδεικνύουν ότι το DWFS είναι γρήγορο και αποτελεσματικό στη μείωση του αριθμού των χαρακτηριστικών χωρίς να θυσιάζεται η απόδοση, σε σύγκριση με πολλές υπάρχουσες μεθόδους.

Η έκτη στρατηγική αφορά τη μέθοδο επιλογής υβριδικών χαρακτηριστικών με χρήση της εκμάθησης περιστατικών και της συνεργατικής αναζήτησης υποσυνόλου (Brahim, 2016). Σε πολλούς τομείς, το πρόβλημα της επιλογής των πιο χρήσιμων χαρακτηριστικών από πολλές δυνατότητες σε ένα χαμηλό δείγμα προκύπτει από το μέγεθος του συνόλου δεδομένων. Σε τέτοιες εργασίες ταξινόμησης, η επιλογή υποσυνόλου χαρακτηριστικών είναι ένα βασικό πρόβλημα. Ωστόσο, είναι συνηθισμένο να χρησιμοποιούνται μέθοδοι φιλτραρίσματος. Λόγω της συσχέτισης μεταξύ των γονιδίων εξαιτίας της πολυπλοκότητας των νέων τεχνικών χαρακτηριστικών, υπάρχει άγνοια στις συσχετίσεις μεταξύ γονιδίων που επικρατούν στα δεδομένα γονιδιακής έκφρασης και δεν μπορούν να εφαρμοστούν τυπικοί αλγόριθμοι. Επιπλέον, οι υπάρχουσες μέθοδοι δεν είναι ιδιαίτερα ικανές να χειριστούν τα δεδομένα δείγματος μικρού μεγέθους, που αποτελεί μια από τις κύριες αιτίες αστάθειας της επιλογής χαρακτηριστικών. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτά τα ζητήματα, προτείνεται μια νέα προσέγγιση με βάση το υβρίδιο, το φίλτρο και το περιτύλιγμα στην ενδεικτική μάθηση. Μια συνεργατική αναζήτηση υποσυνόλου (CSS), χρησιμοποιείται με έναν αλγόριθμο ταξινομητή για την αναπαράσταση ενός συστήματος αξιολόγησης περιτυλίγματος. Τα αποτελέσματα σύγκρισης δείχνουν ότι η

υπάρχουσα προσέγγιση είναι καλύτερη από άλλες μεθόδους όσον αφορά την ακρίβεια και τη σταθερότητα του υποσυνόλου.

Η έβδομη στρατηγική αφορά την επιλογή δυνατοτήτων και τον συντονισμό εμπιστοσύνης για διόρθωση σφαλμάτων αγγλικού άρθρου (Xiang, 2013). Εδώ, προτείνεται μια προσέγγιση για την επίλυση του προβλήματος της διόρθωσης σφαλμάτων αγγλικού άρθρου, η οποία είναι εξίσου σημαντική για μεγάλο ποσοστό σε γραμματικά λάθη. Η προσέγγιση που βασίζεται στη μηχανική μάθηση εργάζεται σε corpus με σχολιασμό σφαλμάτων και προτείνει μια στρατηγική για την επίλυση του προβλήματος διόρθωσης του άρθρου. Αρχικά, μεγάλος αριθμός σχετικών συντακτικών και σημασιολογικών χαρακτηριστικών εξάγονται από το πλαίσιο των συνδετικών. Με τη βοήθεια γενετικού αλγορίθμου, επιλέγεται το καλύτερο υποσύνολο χαρακτηριστικών που μειώνει τη διάσταση των χαρακτηριστικών. Για κάθε περίπτωση δοκιμής, σύμφωνα με τις προβλεπόμενες βαθμολογίες που δημιουργούνται από τον ταξινομητή, δεδομένης της προσέγγισης, μετράται η διαφορά μεταξύ των βαθμολογιών για την βελτίωση της ακρίβειας σε μια συγκεκριμένη κατηγορία, όπως η H. Stanford Core NLP Toolkit (Manning et al., 2014).

Η εργαλειοθήκη Stanford CoreNLP αποτελεί έναν επεκτάσιμο αγωγό που παρέχει τον φυσικό πυρήνα γλωσσικής ανάλυσης. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται για σημασιολογική και συντακτική ανάλυση προτάσεων. Επίσης, είναι κατανοητό και εύκολο να το αποκτήσουν οι . Ακόμη, μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο εντός του μεγάλου συστήματος που αναπτύσσει ένας χρήστης και βοηθά στην ανάλυση της σύνταξης και τη σημασιολογία δεδομένων κειμένου ή προτάσεων, στη διαδικασία εξαγωγής χαρακτηριστικών και στην ενημέρωση της σημασίας της πρότασης σύμφωνα με την οποία μπορούν να εξαχθούν τα χαρακτηριστικά.

Η όγδοη στρατηγική αφορά στη μέθοδο επιλογής χαρακτηριστικών δύο σταδίων για την κατηγοριοποίηση κειμένων (Uysal et al., 2018). Η ταξινόμηση κειμένου είναι η αντιστοίχιση των εγγράφων σε μία από τις προκαθορισμένες κλάσεις. Η ταξινόμηση κειμένου αποτελείται από πολλά χαρακτηριστικά, το οποίο αποτελεί ένα πρόβλημα αναγνώρισης προτύπων, όπου σημαντικό βήμα είναι η επιλογή χαρακτηριστικών. Ωστόσο, εξακολουθούν να γίνονται έρευνες στις οποίες οι ερευνητές προτείνουν νέες μεθόδους επιλογής χαρακτηριστικών για ταξινόμηση κειμένου. Επιπρόσθετα,

δημιουργούνται μέθοδοι επιλογής χαρακτηριστικών που βασίζονται σε δύο στάδια, συνδυάζοντας μεθόδους επιλογής χαρακτηριστικών με βάση το φίλτρο μαζί με τις μεθόδους μετασχηματισμού χαρακτηριστικών και το περιτύλιγμα βασισμένο στη μέθοδο επιλογής χαρακτηριστικών. Ο κύριος στόχος είναι να γίνει ανάλυση μεθόδων επιλογής χαρακτηριστικών δύο σταδίων και ταξινόμηση κειμένου λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικές απόψεις.

Οι μέθοδοι κατασκευής εξετάζονται στο πρώτο στάδιο της επιλογής χαρακτηριστικών δύο σταδίων και στο δεύτερο στάδιο εξετάζονται οι μέθοδοι μετασχηματισμού χαρακτηριστικών, όπως η ανάλυση βασικών στοιχείων (PCA), και το χαρακτηριστικό που χρησιμοποιείται ως μέθοδος επιλογής, όπως ο γενετικός αλγόριθμος (GA). Ο ταξινομητής kNN χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση κειμένου.

Η ένατη στρατηγική είναι το μοντέλο διόρθωσης για αγγλική δευτερεύουσα και το συνδετικό σφάλμα (Huang, 2017). Ειδικότερα, οι νέοι μαθητές της αγγλικής γλώσσας κάνουν πολλά γραμματικά λάθη στα συνδετικά δευτερεύουσας αγγλικών.

Εκτός των παραπάνω, αξίζει να αναφερθεί ότι δεν είναι δυνατό για τον ελεγκτή να ελέγχει κάθε πρόταση για τον εντοπισμό και τη διόρθωση σφαλμάτων σύνδεσης. Ως εκ τούτου, για την αγγλική δευτερεύουσα, η συνδετική διόρθωση σφαλμάτων, είναι ένα μοντέλο αυτόματης διόρθωσης σφαλμάτων. Αυτό το μοντέλο δεν είναι παρά ένα μοντέλο συνδυασμού GA και kNN, συντακτικό και σημασιολογικό. Τα χαρακτηριστικά εξάγονται με βάση το πλαίσιο της πρότασης και στη συνέχεια η επιλογή χαρακτηριστικών γίνεται χρησιμοποιώντας μεταερευτικό αλγόριθμο GA και αλγόριθμο μάθησης kNN. Οι τεχνολογίες συνδυάζονται για τη μείωση της αυτόματης λειτουργίας. Αυτός ο υβριδικός αλγόριθμος χρησιμοποιείται για την αύξηση της ακρίβειας και για γρήγορη ταξινόμηση. Τελικά, η προτεινόμενη απόδοση του μοντέλου συγκρίνεται με άλλα μοντέλα.

3.6.1. Αυτόματη διόρθωση ορθογραφικών λαθών (spelling error detection)

Προχωρώντας, σε αυτό το υποκεφάλαιο θα αναλυθεί περαιτέρω η αυτόματη διόρθωση ορθογραφικών λαθών.

Ένα σύστημα αυτόματης διόρθωσης ορθογραφίας ανιχνεύει ένα ορθογραφικό λάθος και προτείνει ένα σύνολο υποψηφίων για διόρθωση. Ο Kukich (1992) χωρίζει την όλη διαδικασία σε τρία βήματα:

1. ανίχνευση ενός λάθους,
2. δημιουργία υποψηφίων για διόρθωση,
3. κατάταξη των υποψηφίων διορθώσεων.

Σχετικά με το πρώτο βήμα, μια λέξη μπορεί να είναι είτε νέα ή απλά ασυνήθιστη, είτε λιγότερο γνωστή ονομασία, είτε να ανήκει σε άλλη γλώσσα. Ωστόσο, μια σωστά γραμμένη λέξη θα μπορούσε να είναι σημασιολογικά λανθασμένη σε μια πρόταση. Ο Kukich (1992) διαίρεσε τα ορθογραφικά λάθη ανάλογα με το λεξικό των σωστών λέξεων:

- λάθη πραγματικής λέξης, όπου η λέξη είναι ορθογραφικά λανθασμένη αλλά η μορφή της βρίσκεται στο λεξικό των σωστών λέξεων και
- μη λεκτικά λάθη, όπου η λανθασμένη μορφή της λέξης δεν περιλαμβάνεται στο λεξικό των σωστών λέξεων.

Τα περισσότερα συστήματα διόρθωσης ορθογραφίας ανιχνεύουν ένα μη λεκτικό σφάλμα αναζητώντας το σε ένα λεξικό των σωστών λέξεων. Αυτό το βήμα απαιτεί μια μέθοδο γρήγορης αναζήτησης, όπως ο πίνακας κατακερματισμού (Miangah, 2014) ή το δέντρο αναζήτησης (Shang, 1996).

Πολλά συστήματα διόρθωσης ορθογραφικών σφαλμάτων, χωρίς λέξεις, χρησιμοποιούν συστήματα ορθογραφίας ανοικτού κώδικα *a priori*, όπως το Aspell ή το Hunspell για την ανίχνευση σφαλμάτων, τη δημιουργία υποψηφίων διορθώσεων και την προκαταρκτική κατάταξη των υποψηφίων. Ένα σύστημα αυτόματης διόρθωσης ορθογραφίας εντοπίζει λάθη πραγματικών λέξεων μέσω σημασιολογικής ανάλυσης των συμφραζόμενων. Πιο σύνθετα συστήματα εντοπισμού σφαλμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό λέξεων που ορθογραφούνται σωστά αλλά δεν εντάσσονται στο συντακτικό ή σημασιολογικό πλαίσιο. Οι Pirinen και Lindén (2014) το ονόμασαν ανίχνευση σφαλμάτων πραγματικών λέξεων σε πλαίσιο.

Τα λάθη πραγματικών λέξεων είναι δύσκολο να εντοπιστούν, επειδή η ανίχνευση απαιτεί σημασιολογική ανάλυση του πλαισίου. Οι συγγραφείς Mashod et al. (2018), χρησιμοποίησαν ένα γλωσσικό μοντέλο για να ανιχνεύσουν και να διορθώσουν ένα ομοφωνικό σφάλμα πραγματικής λέξης στη γλώσσα Bangla. Το γλωσσικό μοντέλο εντοπίζει λέξεις που είναι

απίθανες με τα τρέχοντα συμφραζόμενα. Ο Boytsov (2011) εξέτασε μεθόδους για την ευρετηρίαση ενός λεξικού με προσεγγιστική αντιστοίχιση. Οι Deorowicz και Ciura (2005) υποστηρίζουν ότι ένα λεξικό με όλες τις σωστές λέξεις θα μπορούσε να είναι πολύ μεγάλο. Ένα πολύ μεγάλο λεξικό μπορεί να οδηγήσει σε πολλά λάθη πραγματικών λέξεων ή σε λανθασμένη ανίχνευση ασαφών ορθογραφιών.

Η κατάσταση είναι διαφορετική για γλώσσες όπου οι λέξεις δεν χωρίζονται με κενά (π.χ. Κινέζικα). Οι συγγραφείς Wang et al. (2015) μετασχημάτισαν τους χαρακτήρες σε έναν σταθερής διάστασης χώρο διανυσμάτων λέξεων και εντόπισαν ορθογραφικά λάθη με ταξινόμηση τυχαίου πεδίου υπό όρους.

Σχετικά με το δεύτερο βήμα, τα συστήματα ASC συνήθως επιλέγουν υποψήφιες διορθώσεις, από ένα λεξικό σωστών λέξεων, μετά την ανίχνευση ενός ορθογραφικού λάθους. Αν και είναι δυνατόν να επιλεγούν όλες οι σωστές λέξεις ως υποψήφιες για διόρθωση, είναι λογικό να περιοριστεί ο χώρος αναζήτησης και να επιθεωρούνται μόνο λέξεις που είναι παρόμοιες με το αναγνωρισμένο ορθογραφικό λάθος. Οι Zhang και Zhang (2017) δήλωσαν ότι το έργο της ένταξης ομοιότητας είναι να βρεθούν όλα τα ζεύγη συμβολοσειρών για τα οποία οι ομοιότητες είναι πάνω από ένα προκαθορισμένο κατώφλι, όπου η ομοιότητα δύο συμβολοσειρών μετράται με μια συγκεκριμένη συνάρτηση απόστασης. Οι Kernighan et al. (1990) πρότειναν μια απλοποίηση για τον περιορισμό του καταλόγου υποψηφίων σε λέξεις που διαφέρουν με μία μόνο πράξη επεξεργασίας: την επεξεργασία Damerau-Levenshtein (2014), που σημαίνει απόσταση-αντικατάσταση, εισαγωγή, διαγραφή ή αντικατάσταση διαδοχικών γραμμάτων.

Το ορθογραφικό λεξικό παράγει υποψήφιους διορθωτές για τη λανθασμένη λέξη κατά προσέγγιση, αναζητώντας παρόμοιες λέξεις. Ο Kinaci (2018) χρησιμοποίησε ένα γλωσσικό μοντέλο εκπαιδευόμενο σε ένα λεξικό σωστών λέξεων για τη δημιουργία μιας λίστας υποψηφίων. Ο Reffle (2011) χρησιμοποίησε ένα αυτόματο Levenshtein για να προτείνει τις υποψήφιες διορθώσεις. Μέθοδοι προσεγγιστικής αναζήτησης περιγράφηκαν σε μια έρευνα που δημοσιεύθηκε από τους Yu et al. (2016). Αξίζει να αναφερθεί ότι ένα ευρετήριο συχνά επιταχύνει μια προσεγγιστική αναζήτηση στο λεξικό και οι Vilares et al. (2004) μετέτρεψαν το λεξικό σε ένα αυτόματο πεπερασμένης κατάστασης για να επιταχύνουν την αναζήτηση μιας παρόμοιας συμβολοσειράς.

Σχετικά με το τρίτο βήμα, ένα μοντέλο θορύβου-καναλιού που προτάθηκε από τον Shannon (1948) περιέγραψε την πιθανολογική διαδικασία παραγωγής ενός σφάλματος. Το θορυβώδες κανάλι μεταφέρει και παραμορφώνει τις λέξεις. Το μοντέλο θορύβου-καναλιού εκφράζει την ομοιότητα μεταξύ δύο συμβολοσειρών ως πιθανότητα μετασχηματισμού μιας

συμβολοσειράς σε μια άλλη. Η πιθανότητα $P(s|w)$ να παραχθεί μια συμβολοσειρά s αντί της λέξης w περιγράφει πόσο παρόμοιες είναι οι δύο συμβολοσειρές. Η ομοιότητα μεταξύ δύο συμβολοσειρών ορίζεται από έναν εμπειρογνώμονα ή εξαρτάται από ένα σώμα εκπαίδευσης με μοτίβα σφάλματος.

Ένας πιο επίσημος ορισμός της αυτόματης ορθογραφικής διόρθωσης χρησιμοποιεί την αρχή της μέγιστης πιθανοφάνειας. Οι Brill και Moore (2000) όρισαν την αυτόματη ορθογραφική διόρθωση μιας πιθανώς λανθασμένης λέξης s ως την εύρεση του καλύτερου υποψηφίου διόρθωσης w_b από έναν κατάλογο πιθανών υποψηφίων διορθώσεων $w_i \in W$ με την υψηλότερη μη κανονικοποιημένη πιθανότητα:

$$w_b = \arg \max P(s|w_i)P(w_i)$$

$$w_i \in C(s)$$

όπου $P(s|w_i)$ είναι η πιθανότητα παραγωγής της συμβολοσειράς s αντί της λέξης w_i και $P(w_i)$ είναι η πιθανότητα της παραγωγής της λέξης w_i . Όπου $C(s)$ είναι μια συνάρτηση που επιστρέφει έγκυρες λέξεις από το λεξικό W , που χρησιμεύουν ως υποψήφιες διορθώσεις για την εσφαλμένη συμβολοσειρά s .

Τέλος, σχετικά με τα συστήματα αυτόματης διόρθωσης ορθογραφίας, η εξίσωση των Brill και Moore (2000) προσδιόρισε τρία συστατικά στοιχεία ενός αυτόματου συστήματος διόρθωσης ορθογραφίας. Τα συστατικά στοιχεία απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα:

1. Λεξικό (Dictionary): Ανιχνεύει ορθογραφικά λάθη και προτείνει υποψήφιους διορθωτές $w_i \in C$ για κάθε είσοδο token. Το $C(s)$ είναι ένας κατάλογος υποψηφίων διορθώσεων w_i για ένα δεδομένο σύμβολο s . Ο κατάλογος των υποψηφίων διορθώσεων ανήκει στο σύνολο όλων των σωστών λέξεων ($C(s) \subseteq W$). Εάν το λεξικό δεν προτείνει κανέναν υποψήφιο, η λέξη θεωρείται σωστή.

2. Μοντέλο σφάλματος (μοντέλο καναλιού) (error model) $P(s|w_i)$: Αποτελεί ουσιαστικό συστατικό του συστήματος αυτόματης ορθογραφίας. Μετρά την "καταλληλότητα" του υποψηφίου για διόρθωση συμβολοσειράς. Το μοντέλο εκφράζει την ομοιότητα των συμβολοσειρών w_i και s ή την πιθανότητα παραγωγής της συμβολοσειράς s αντί της συμβολοσειράς w_i . Αυτό το μέτρο δεν είναι απαραίτητο να είναι καθαρά πιθανό, αλλά μπορεί να είναι παρόμοιο με μία απόσταση μεταξύ των δύο συμβολοσειρών. Η μη πιθανολογική απόσταση συμβολοσειρών μπορεί πάντα να μετατραπεί σε πιθανολογική ομοιότητα

συμβολοσειρών. Ένα μοντέλο σφάλματος επιτρέπει τον εντοπισμό των πιο πιθανών σφαλμάτων και, κατά συνέπεια, των πιο πιθανών αρχικών μορφών.

3. Μοντέλο πλαισίου (context model) (αρχικό μοντέλο $P(w_i)$, το εκ των προτέρων μοντέλο των πιθανοτήτων των λέξεων): Αυτό εκφράζει την πιθανότητα σωστής εμφάνισης της λέξης και συχνά λαμβάνει υπόψη το πλαίσιο της λέξης. Τα υποψήφια (candidates) που ταιριάζουν καλύτερα στο τρέχον πλαίσιο έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να είναι η προβλεπόμενη λέξη. Το μοντέλο πλαισίου εστιάζει στην εύρεση του καλύτερου υποψηφίου διόρθωσης χρησιμοποιώντας το πλαίσιο της λανθασμένης λέξης και στατιστικών μεθόδων ταξινόμησης. Ακόμη, το μοντέλο παρατηρεί χαρακτηριστικά που βρίσκονται εκτός της ελεγχόμενης λέξης και βελτιώνει την αξιολόγηση των υποψηφίων λέξεων. Τέλος, μπορεί να ανιχνεύσει μια ασυνήθιστη ακολουθία χαρακτηριστικών και να εντοπίζει λάθη πραγματικών λέξεων.

3.6.2 Αυτόματη αναγνώριση συντακτικών λαθών (syntactic error identification)

Η ανίχνευση και διόρθωση λαθών είναι χρήσιμη σε ακαδημαϊκά ιδρύματα όπου υπάρχει συνεχής εισροή φοιτητών. Τα μοντέλα μηχανικής μάθησης βοηθούν στον εντοπισμό σφαλμάτων.

Σχετικά έργα

Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι να προτείνει μια αυτοματοποιημένη προσέγγιση εντοπισμού και διόρθωσης συντακτικών λαθών σε ανθρώπινη γλώσσα από μαθητές που την μαθαίνουν. Αρκετοί άνθρωποι έχουν εργαστεί στο παρελθόν πάνω στη μέθοδο ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών σε έννοιες της μηχανικής μάθησης.

Προτεινόμενες εργασίες

Σύμφωνα με τους (Xiang et al., 2015), ο αυτόματος εντοπισμός γραμματικών σφαλμάτων αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση, ειδικά όταν συμπεριλαμβάνονται Κινέζοι πολίτες λόγω του ότι δεν υπάρχουν στοιχεία για σειρά επίσημων και αυστηρών γραμματικών κανόνων για Κινέζικα, ειδικά για την ομιλούμενη κινεζική γλώσσα, που δυσκολεύει τους ξένους να κατακτήσουν τη συγκεκριμένη γλώσσα. Στόχος της μελέτης αυτής ήταν να εισάγει ένα σύστημα διάγνωσης γραμματικών σφαλμάτων για τους Κινέζους. Για όλα τα μοντέλα τους χρησιμοποιήθηκαν απλώς εποπτευόμενες μέθοδοι μηχανικής μάθησης που περιορίζονται σε δεδομένο εκπαιδευτικό τμήμα.

Σε μία πολύ πιο πρόσφατη μελέτη των (Lytvyn et al., 2023) αναπτύχθηκε ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης για τη διόρθωση σφαλμάτων στα ουκρανικά κείμενα. Αυτό που διαπιστώθηκε ήταν ότι το νευρωνικό δίκτυο έχει τη δυνατότητα να διορθώνει απλές προτάσεις γραμμένες στα ουκρανικά. Ωστόσο, ανέδειξαν ότι η ανάπτυξη ενός πλήρους συστήματος απαιτεί τη χρήση ορθογραφικού ελέγχου με χρήση λεξικών και τον έλεγχο κανόνων, τόσο απλών όσο και αυτών που βασίζονται στο αποτέλεσμα ανάλυσης εξαρτήσεων ή άλλων χαρακτηριστικών. Προκειμένου να εξοικονομηθούν υπολογιστικοί πόροι, χρησιμοποιήθηκε ένα προεκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο τύπου BERT (Αμφίδρομες Αναπαραστάσεις Κωδικοποιητή από τον Μετασχηματιστή). Αξίζει να αναφερθεί ότι τέτοια νευρωνικά δίκτυα έχουν τις μισές παραμέτρους από άλλα προεκπαιδευμένα μοντέλα και παρουσιάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα στη διόρθωση γραμματικών και στυλιστικών λαθών. Μεταξύ των έτοιμων μοντέλων νευρωνικών δικτύων, το προεκπαιδευμένο μοντέλο νευρωνικών δικτύων με μια πολύγλωσση παραλλαγή του μετασχηματιστή μεταφοράς κειμένου σε κείμενο έδειξε την καλύτερη απόδοση.

Από την άλλη, οι (Yeh et al., 2016) πρότειναν το Mandarin ως μία γλώσσα για τους ξένους. Ωστόσο, αναφέρουν ότι δεν αποτελεί μία απλή γλώσσα και ότι ακόμη και χρησιμοποιώντας το Mandarin ως μητρική γλώσσα, πρέπει να αφιερωθεί περισσότερος χρόνος για να εκπαιδευτούν από νωρίς και ειδικά από την παιδική τους ηλικία. Σε αυτή την εργασία, προτάθηκε η δομή των επαναλαμβανόμενων νευρωνικών δικτύων που χρησιμοποιούν μακροχρόνια βραχυπρόθεσμη μνήμη (RNN-LSTM). Με βάση αυτήν, μπορεί να εντοπιστεί ο τύπος σφάλματος από την γραφή του ξένου μαθητή. Τα χαρακτηριστικά βασίζονται στο διάνυσμα - λέξη και στο διάνυσμα - μέρους του λόγου. Στα δεδομένα της δοκιμής διαπιστώθηκε ότι η μέθοδος αυτή στο επίπεδο ανίχνευσης και ανάκλησης είναι καλύτερη από τις άλλες. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει η δυνατότητα μεγαλύτερης επιλογής στον εντοπισμό σφαλμάτων.

Συμπέρασμα

Η οικοδόμηση ενός καλού μοντέλου μηχανικής μάθησης σε μορφολογικά πολύπλοκα κείμενα απαιτεί μεγάλο αριθμό παράλληλων ή μη αυτόματα επισημασμένων δεδομένων. Ο χειροκίνητος σχολιασμός δεδομένων απαιτεί μεγάλη προσπάθεια από επαγγελματίες γλωσσολόγους, γεγονός που καθιστά τη δημιουργία σωμάτων κειμένου μια διαδικασία που απαιτεί χρόνο και πόρους.

Ωστόσο, η εκμάθηση γλώσσας για διάγνωση γραμματικών σφαλμάτων είναι εξίσου εφικτή και χωρίς την χρήση άλλου τμήματος εξωτερικής γλώσσας για αναφορά και χωρίς την χρήση κανόνα. Έτσι, η χρήση μεθόδων συνόλου αποδίδουν καλύτερα από τους μεμονωμένους

ταξινομητές. Συγκεκριμένα, μια μέθοδος που χρησιμοποιεί, υπό όρους, τυχαίο μοντέλο πεδίου για την πρόβλεψη της διάγνωσης γραμματικών σφαλμάτων για την εκμάθηση π.χ. κινεζικών, προσδίδει όχι μόνο την εύρεση μεμονωμένου σφάλματος, αλλά και την εύρεση μιας πρότασης με πολλά λάθη. Έτσι, πιστεύεται ότι ένα τέτοιο σύστημα είναι εφικτό και χρήσιμο για έναν ξένο που μαθαίνει μια δύσκολη γλώσσα, όπως τα κινέζικα, ως δεύτερη γλώσσα.

Ταυτόχρονα, υποστηρίχθηκε ότι η ανάπτυξη ενός συστήματος ποιότητας για τον έλεγχο της γραμματικής ορθότητας των προτάσεων απαιτεί έναν συνδυασμό αλγορίθμων μηχανικής μάθησης με πολλούς διαφορετικούς τύπους μεθόδων, ιδίως την εφαρμογή ειδικών γνώσεων στη γλωσσολογία υπολογιστών.

3.6.3 Αυτόματη παραγωγή των επόμενων λέξεων (word prediction)

Η πρόβλεψη της επόμενης λέξης που ονομάζεται γλωσσική μοντελοποίηση είναι ένας τομέας της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας που μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη της επόμενης λέξης. Επίσης, αποτελεί μία από τις χρήσεις της μηχανικής μάθησης. Ορισμένοι ερευνητές στο παρελθόν το είχαν συζητήσει χρησιμοποιώντας διάφορα μοντέλα όπως τα Recurrent Neural Networks και τα Federated Text Models. Κάθε ερευνητής χρησιμοποίησε τα δικά του μοντέλα για να κάνει την πρόβλεψη και έτσι και ο ερευνητής εδώ. Οι ερευνητές εδώ επέλεξαν να φτιάξουν το μοντέλο χρησιμοποιώντας το μοντέλο Long Short Term Memory (LSTM) με 200 εποχές για την εκπαίδευση. Για το σύνολο δεδομένων, ο ερευνητής χρησιμοποίησε το σάρωμα ιστοσελίδων. Το σύνολο δεδομένων περιείχε 180 ινδονησιακούς προορισμούς από εννέα επαρχίες. Για τις βιβλιοθήκες, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τις tensorflow, keras, numpy και matplotlib. Για τη λήψη του μοντέλου σε μορφή json, ο ερευνητής χρησιμοποίησε το tensorflowjs. Στη συνέχεια, για το εργαλείο κωδικοποίησης, ο ερευνητής χρησιμοποίησε το Google Colab. Το τελευταίο αποτέλεσμα είναι 8ms/βήμα, απώλεια: 55% και ακρίβεια: 75%, πράγμα που σημαίνει ότι είναι αρκετά καλό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη επόμενων λέξεων. Η μηχανική μάθηση ασχολείται με το ερώτημα πώς να κατασκευαστούν υπολογιστές που βελτιώνονται αυτόματα μέσω της εμπειρίας (Jordan, 2015). Η εμπειρία εδώ μπορεί να αποκτηθεί με την εκπαίδευση των μηχανών χρησιμοποιώντας το μοντέλο που έχει κατασκευαστεί. Έτσι, με αυτή την εκπαίδευση, η μηχανή θα μάθει μέσω των προτύπων.

Η βαθιά μάθηση είναι το τμήμα της μηχανικής μάθησης όπου χρησιμοποιούνται διαφορετικά στρώματα νευρωνικών δικτύων που αποφασίζουν την ταξινόμηση και την πρόβλεψη. Ορισμένα παραδείγματα χρήσης της ταξινόμησης περιλαμβάνουν την ανίχνευση ανεπιθύμητων μηνυμάτων, την πρόβλεψη καρκίνου και την ανάλυση συναισθήματος. Στη

συνέχεια, ένα άλλο παράδειγμα που χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή, το οποίο αρκετές φορές μπορεί να μην συνειδητοποιείται, είναι η διαδικασία πληκτρολόγησης.

Σχεδόν καθημερινά, χρησιμοποιούνται gadgets όπως κινητά και υπολογιστές, τα οποία σίγουρα χρησιμοποιούνται και για πληκτρολόγηση, είτε πρόκειται για απλή περιήγηση στο google είτε για αποστολή μηνυμάτων. Κατά τη διάρκεια αυτών των δραστηριοτήτων, μπορεί να παρατηρηθεί ότι συνιστάται η επόμενη λέξη με βάση αυτό που πληκτρολογείται. Εδώ είναι αυτό που ονομάζεται πρόβλεψη επόμενης λέξης, επειδή προβλέπει την επόμενη λέξη που μπορεί να έρθει μετά τα κείμενα. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη της ευχέρειας ως προς την γραφή και στην εξοικονόμηση χρόνου. Αξίζει να αναφερθεί ότι η πρόβλεψη επόμενης λέξης (NWP) είναι ένα οξύ πρόβλημα στο χώρο της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (Prajapati, κ.α, 2019).

3.7 Τομείς που εστιάζουν στην εκμάθηση υπογλώσσας στη μηχανική μάθηση

Όπως αναλύθηκε παραπάνω, η NLP είναι ένας από τους τομείς για τους οποίους υπάρχει η διαδικασία εκμάθησης υπογλωσσών στην μηχανική μάθηση (Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας - Natural Language Processing - NLP). Περιλαμβάνει την ανάπτυξη μοντέλων και αλγορίθμων για την κατανόηση, την ανάλυση και την παραγωγή ανθρώπινης γλώσσας. Στον τομέα αυτό, εφαρμόζονται εργαλεία όπως τα ανατρεφόμενα νευρωνικά δίκτυα (recurrent neural networks), μοντέλα μετάφρασης, και ανάλυση συναισθημάτων.

Πέρα από την NLP, ένας άλλος τομέας που εστιάζει στην εκμάθηση υπογλώσσας στην μηχανική μάθηση είναι η Αναγνώριση Ονοματεπώνυμων (Named Entity Recognition - NER): Ο τομέας του NER εστιάζει στην εκμάθηση υπογλωσσών που αντιστοιχούν σε ονόματα, τόπους, οργανισμούς και άλλες οντότητες σε κείμενα. Επίσης, το NER εστιάζει στον εντοπισμό κατάλληλων ουσιαστικών και στην κατηγοριοποίηση σημαντικών ουσιαστικών σε ένα κείμενο (Mohit, 2014).

Παρομοίως, κατά την τελευταία δεκαετία, η έρευνα στον τομέα των Συστημάτων Προφορικού Διαλόγου (SDS) και της Ανάλυσης Διαλόγου (Dialog Analysis) γνώρισε αυξανόμενη ανάπτυξη. Ωστόσο, ο σχεδιασμός και η βελτιστοποίηση του SDS δεν αφορά μόνο το συνδυασμό συστημάτων επεξεργασίας ομιλίας και γλώσσας όπως η αυτόματη αναγνώριση ομιλίας (ASR), οι αναλυτές, η παραγωγή φυσικής γλώσσας (NLG) και η σύνθεση κειμένου σε ομιλία (TTS). Επίσης, απαιτεί την ανάπτυξη στρατηγικών διαλόγου λαμβάνοντας υπόψη τουλάχιστον τις επιδόσεις αυτών των υποσυστημάτων (και άλλων), τη φύση της εργασίας (π.χ. συμπλήρωση φόρμας, διδασκαλία, έλεγχος ρομπότ ή αναζήτηση/περιήγηση στη βάση δεδομένων) και τη συμπεριφορά του χρήστη (π.χ. συνεργατικότητα, τεχνογνωσία). Λόγω της μεγάλης μεταβλητότητας αυτών των παραγόντων, η επαναχρησιμοποίηση προηγούμενων χειροποίητων σχεδίων καθίσταται επίσης πολύ δύσκολη. Για αυτούς τους λόγους, οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης (ML) που εφαρμόζονται στην αυτόματη βελτιστοποίηση SDS και στην Ανάλυση Διαλόγων αποτελούν κορυφαίο ερευνητικό τομέα τα τελευταία χρόνια, διότι εφαρμόζονται μοντέλα μηχανικής μάθησης και εκμάθησης υπογλώσσας για την κατανόηση και την απάντηση σε ανθρώπινους διαλόγους (Lemon & Pietquin, 2007).

Ένας άλλος τομέας ο οποίος εστιάζει στην εκμάθηση υπογλώσσας στην μηχανική μάθηση είναι τα Συστήματα Συστάσεων (Recommendation Systems). Στον τομέα αυτό, εφαρμόζονται τεχνικές εκμάθησης υπογλωσσών για την πρόβλεψη των προτιμήσεων των χρηστών σε περιεχόμενο και προϊόντα. Στη σύγχρονη εποχή, τα συστήματα συστάσεων (RS) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στο ηλεκτρονικό εμπόριο, τους σκοπούς της ψυχαγωγίας και τις μηχανές αναζήτησης. Γενικότερα, τα RS είναι ένα σύνολο αλγορίθμων που έχουν σχεδιαστεί για να προτείνουν σχετικά στοιχεία στους χρήστες (ταινίες για παρακολούθηση, βιβλία για ανάγνωση, προϊόντα για αγορά, τραγούδια για ακρόαση και άλλα). Υπάρχουν πολλά χαρακτηριστικά και πολλές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για συστήματα συστάσεων, προκειμένου να φιλτράρουν και να ιεραρχήσουν τις σχετικές πληροφορίες και να λειτουργήσουν ως πυξίδα για αναζήτηση. Οι συστάσεις είναι ζωτικής σημασίας σε ορισμένες εταιρείες, καθώς μπορούν να δημιουργήσουν ένα μεγάλο εισόδημα για μια εταιρία όταν είναι αποτελεσματικές ή είναι ένας τρόπος να ξεχωρίσουν εντυπωσιακά από άλλους ανταγωνιστές.

Τέλος, σε αυτή την κατηγορία ανήκει και η Αυτόματη Δημιουργία Κειμένου (Text Generation). Σε αυτή την περίπτωση, οι τεχνικές εκμάθησης υπογλωσσών χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία αυτόματων κειμένων, όπως άρθρα, ρεπορτάζ και σχόλια. Η δημιουργία κειμένου επιτρέπει να συμπληρώνονται αυτόματα οι προτάσεις με κατάλληλες λέξεις ή φράσεις. Τα τελευταία χρόνια, η παραγωγή κειμένου με μοντέλα νευρωνικών δικτύων βελτιώθηκε σημαντικά. Αυτά τα μοντέλα επωφελήθηκαν αρκετά συχνά από επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα ή μετασχηματιστές. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται ένα από τα καλύτερα μοντέλα δημιουργίας κειμένου (GPT-2) και κατασκευάζεται μια εφαρμογή iOS χρησιμοποιώντας αυτό το μοντέλο. Δημιουργώντας μια εφαρμογή, θα χρησιμοποιούνται ενσωματωμένες δυνατότητες Optical Character Recognition (Οπτική Αναγνώριση Χαρακτήρων, OCR) για τη λήψη κειμένου από την κάμερα και τη δημιουργία κειμένου με βάση σαρωμένες προτάσεις (Sahin, 2021).

Αυτοί είναι μερικοί από τους τομείς στους οποίους εφαρμόζονται εργαλεία εκμάθησης υπογλωσσών στη μηχανική μάθηση. Συμπερασματικά, η εκμάθηση υπογλωσσών είναι σημαντική για την κατανόηση και την επεξεργασία ποικίλων τύπων κειμένου και ανάλυσης της ανθρώπινης γλώσσας σε διάφορα πεδία εφαρμογών.

3.8 Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο, έχουν μελετηθεί διάφορες τεχνικές εξαγωγής και επιλογής χαρακτηριστικών σε διαφορετικούς τομείς. Αυτές οι τεχνικές έχουν μεγάλη επίδραση στην απόδοση του συστήματος. Το πρόγραμμα αγγλικής γραμματικής επικεντρώνεται κυρίως στη διόρθωση των άρθρων, των προθέσεων, των συνδετικών προτάσεων και στη διόρθωση ορθογραφικών λαθών. Πολλά χαρακτηριστικά θεωρούνται ως χαρακτηριστικά n-gram, χαρακτηριστικά εξάρτησης, χαρακτηριστικά POS κ.λπ. Για επιλογή χαρακτηριστικών υπάρχουν πολλοί μεταερευνητικοί αλγόριθμοι όπως γενετικός αλγόριθμος, PSO, κ.λπ. Για ταξινόμηση, χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι όπως kNN, Nave Bayes, SVM κ.λπ, για τη διόρθωση σφαλμάτων και αξιολόγηση απόδοσης.

Ωστόσο, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι τα κύρια προβλήματα εξακολουθούν να υπάρχουν όπως η βέλτιστη διόρθωση σφαλμάτων, η υψηλή χρήση μνήμης και η κατανάλωση χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ανάλυση υπάρχοντων συστημάτων στην ηλεκτρονική εκμάθηση ξένων γλωσσών

Οι κινητές εφαρμογές εκμάθησης γλωσσών έχουν τη δυνατότητα να μεταμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η εκμάθηση γλωσσών. Υπάρχουν πενήντα εμπορικά διαθέσιμες εφαρμογές εκμάθησης γλωσσών για κινητά τηλέφωνα και σε αυτό το κεφάλαιο θα αξιολογηθούν σύμφωνα με ένα ευρύ φάσμα κριτηρίων. Διαπιστώθηκαν τρεις βασικές τάσεις: πρώτον, οι εφαρμογές τείνουν να διδάσκουν λεξιλόγιο σε απομονωμένες μονάδες και όχι σε συναφή πλαίσια- δεύτερον, οι εφαρμογές προσαρμόζονται ελάχιστα ώστε να ταιριάζουν στις δεξιότητες των μεμονωμένων μαθητών- και τρίτον, οι εφαρμογές σπάνια προσφέρουν επεξηγηματική διορθωτική ανατροφοδότηση στους μαθητές.

Ένας αξιοσημείωτος αριθμός ανθρώπων στρέφεται στις κινητές συσκευές τους για να μάθει μια ξένη γλώσσα. Η παγκόσμια αγορά ψηφιακών προϊόντων εκμάθησης της αγγλικής γλώσσας, για παράδειγμα, έφθασε τα 1,8 δισεκατομμύρια δολάρια το 2013. Τα έσοδα προβλεπόταν να εκτοξευθούν σε πάνω από 3,1 δισ. δολάρια έως το 2018, με μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) για μια πενταετία 11,1% (Adkins, 2008). Οι εφαρμογές εκμάθησης γλωσσών όπως το DuoLingo είναι εξαιρετικά δημοφιλείς, με πάνω από 70 εκατομμύρια εγγραφές (Hickey, 2015). Οι κινητές προσεγγίσεις εκμάθησης γλωσσών είναι σαφώς σε ζήτηση και θα συνεχίσουν να αυξάνονται σε χρήση καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι στρέφονται σε smartphones ή tablets ως κύρια υπολογιστική συσκευή.

Η αύξηση της χρήσης εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα για την εκμάθηση γλωσσών εγείρει ένα σημαντικό ερώτημα: είναι οι σημερινές εμπορικές εφαρμογές εκμάθησης γλωσσών, μέσω κινητών τηλεφώνων, αποτελεσματικά εργαλεία για τους μαθητές

γλωσσών, με βάση όσα γνωρίζουμε για την έρευνα στην παιδαγωγική της L2, τον παιδαγωγικό σχεδιασμό και την έρευνα για την απόκτηση της δεύτερης γλώσσας (SLA); Και περαιτέρω, δεδομένων αυτών των πληροφοριών, πώς μπορεί η κατάσταση των εμπορικών εφαρμογών να ενημερώσει την ακαδημαϊκή έρευνα και το αντίστροφο;

Ενώ οι παιδαγωγικές χρήσεις και οι νέες ευκαιρίες της κινητής τεχνολογίας για την εκμάθηση γλώσσας έχουν μελετηθεί σε ακαδημαϊκά πλαίσια, οι υπάρχουσες εμπορικές κινητές εφαρμογές εκμάθησης γλώσσας δεν έχουν αξιολογηθεί και χαρακτηριστεί συστηματικά. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξετασθεί μια ολοκληρωμένη και συστηματική ανασκόπηση των πιο δημοφιλών εφαρμογών εκμάθησης γλωσσών που είναι διαθέσιμες για κινητά τηλέφωνα iOS και Android από την Άνοιξη 2015. Αυτή η δειγματοληψία παρέχει έναν ευρύ χαρακτηρισμό της κατάστασης των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται για την κινητή εκμάθηση γλωσσών.

Αναπτύχθηκε ένα αναλυτικό πρωτόκολλο για να διερευνήσει τα ακόλουθα ερωτήματα σχετικά με τους τομείς της διδασκαλίας, της αξιολόγησης και της ανατροφοδότησης. Συγκεκριμένα, διερευνήθηκαν:

- Ποιες είναι οι κύριες παιδαγωγικές εστιάζσεις των δημοφιλών εφαρμογών εκμάθησης γλωσσών;
- Προσαρμόζονται οι εφαρμογές στις ατομικές ανάγκες, στα επίπεδα γλωσσομάθειας και στα στυλ μάθησης;
- Πώς χρησιμοποιείται η διορθωτική ανατροφοδότηση σε αυτές τις εφαρμογές;

Για να κατανοηθούν ποιοι τύποι διδακτικού σχεδιασμού είναι πιο αποτελεσματικοί, η συμβολή της SLA και της παιδαγωγικής έρευνας είναι απαραίτητη. Όπως η Kukulska-Hume και Bull (2009) παρατηρούν, "υπάρχει ένας μεγάλος όγκος ερευνών για πολλές πτυχές της εκμάθησης δεύτερης γλώσσας, αλλά συχνά μεγάλο μέρος της σχετικής θεωρίας και των εμπειρικών ευρημάτων αγνοούνται από τους προγραμματιστές τεχνολογικής υποστήριξης της εκμάθησης γλωσσών" (σ. 1). Οι Reinders και Pegrum (2016) στο πλαίσιο αξιολόγησης εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα σημειώνουν τη σημασία της συζήτησης των ευρημάτων τόσο της SLA όσο και της παιδαγωγικής κατά την αξιολόγηση των εφαρμογών. Η SLA έχει βασικές

απαιτήσεις: "την ανάγκη για κατανοητή είσοδο, κατανοητή έξοδο, διαπραγμάτευση του νοήματος κατά την αλληλεπίδραση, και παρατήρηση της νέας γλώσσας, η τελευταία από τις οποίες μπορεί να προωθηθεί μέσω της αποτελεσματικής ανατροφοδότησης" (σ. 6). Χωρίς αυτά τα στοιχεία, είναι δύσκολο για τους μαθητές να αποκτήσουν πραγματικά επικοινωνιακή ικανότητα στη γλώσσα-στόχο.

Τα θεωρητικά μοντέλα της γλωσσικής γνώσης (Canale και Swain, 1980; Bachman και Palmer, 1996; Purpura, 2004) διαχωρίζουν τις διαφορετικές συνιστώσες σε μια σειρά από κατηγορίες, όπως η γραμματική γνώση, η πραγματολογική γνώση, η γνώση του λόγου, η λειτουργική γνώση και κοινωνιογλωσσολογική γνώση, μεταξύ άλλων. Για την απόκτηση της επικοινωνιακής επάρκειας σε μια γλώσσα, πρέπει να αναπτύξει κανείς ένα πολύπλευρο φάσμα. Η απλή γνώση των λέξεων δεν αρκεί. Παιδαγωγικές προσεγγίσεις για την ανάπτυξη της εφαρμογής οφείλουν να λαμβάνονται υπόψη όταν καθορίζουν ποιο περιεχόμενο θα συμπεριληφθεί και πώς αξιολογούνται οι μαθητές, ειδικά αν η πρόθεση είναι να διδαχθούν οι μαθητές τη γλώσσα και όχι απλώς να διδάξουν στους μαθητές λέξεις.

Οι κλασικές μεθοδολογίες για τη διδασκαλία της γλώσσας στην τάξη, όπως η γραμματική και η μεταφραστική μέθοδος, που ήταν δημοφιλής στη δεκαετία του 1950, έχουν χαρακτηριστεί ως συμπεριφοριστικές, καθώς επικαλούνται δεξιότητες όπως η απομνημόνευση, η εξάσκηση και η επανάληψη (Brown, 2007). Το συμπεριφοριστικό μοντέλο θεωρεί ότι η μάθηση συμβαίνει ως αποτέλεσμα των συσχετίσεων ερεθίσματος-απόκρισης, οι οποίες δημιουργούν στους εκπαιδευόμενους ένα απόθεμα γνώσεων που μπορεί να ενισχυθεί ή να αποδυναμωθεί με βάση τη συχνότητα της ενίσχυσης ή απροσεξίας (Fosnot & Perry, 1996). Η γλωσσική γνώση είναι αντικειμενικά εφικτή και υπάρχει έξω από τον μαθητή- ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να βοηθήσει στην ανάπτυξη και να ενισχύσει τους συσχετισμούς με τις λέξεις και τους γραμματικούς κανόνες. Αν και ο συμπεριφορισμός έχει δει μια αναζωπύρωση της δημοτικότητάς του και σίγουρα δεν στερείται των πλεονεκτημάτων του, ειδικά στη μάθηση της γλώσσας, μπορεί να είναι, από μόνο του, ανεπαρκές για να χαρακτηριστεί ο τρόπος με τον οποίο μαθαίνεται η γλώσσα.

Εδώ, δίνεται έμφαση στην αντίληψη ότι η γλώσσα είναι ένα εργαλείο επικοινωνίας με εργαλειακή αξία και όχι με βάση τους σκοπούς. Η απλή γνώση των λέξεων και των

δομών δεν καθιστά ικανό έναν μαθητή- αντίθετα, είναι η ικανότητά του να τις χρησιμοποιεί με νόημα. Αυτή η ιδέα, που συχνά αναφέρεται ως επικοινωνιακή ικανότητα του μαθητή (Hymes, 1972), μπορεί να θεωρηθεί "από την άποψη της έκφρασης, ερμηνεία και διαπραγμάτευση του νοήματος" (Sauvignon, 2002, σ. 1) και όχι γνώση των λέξεων και των μορφών, ή όπως αναφέρει η Ur (2013), απαιτεί εστίαση στη "χρήση" και όχι μόνο στη "χρήση" (σ. 2). Αυτή η σημαντική διάκριση καθοδηγεί μεγάλο μέρος της ανάλυσής και συζήτησης.

Συνεπώς, εξετάζονται ποιες αξίες ενσαρκώνουν οι εφαρμογές που είναι εύκολα προσβάσιμες στα κινητά τηλέφωνα. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να μάθει κανείς μια γλώσσα και ποικίλοι βαθμοί και ορισμοί για το τι σημαίνει να είναι κάποιος "ικανός". Πολλοί μαθητές γλωσσών βρίσκουν ότι ο συνδυασμός της εξάσκησης και της επικοινωνιακής πρακτικής οδηγεί στην επικοινωνιακή επάρκεια. Άλλοι μαθητές μπορεί να μην έχουν σκοπό να είναι άπταιστοι σε μια γλώσσα, αλλά ίσως μόνο σκοπεύουν να μάθουν κάποιο λεξιλόγιο. Στόχος είναι να χαρακτηριστούν οι εφαρμογές που είναι διαθέσιμες σήμερα και να διατυπωθούν συστάσεις που μπορούν να βοηθήσουν στην καθοδήγηση της μελλοντικής ανάπτυξής τους.

4.1 Ανάλυση υπαρχόντων συστημάτων εκμάθησης γλώσσας

(1) Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ DUOLINGO

Με τις πρακτικές εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που εφαρμόζονται όλο και συχνότερα και την τεχνολογική προσβασιμότητα στην εκπαίδευση, η εκμάθηση μιας γλώσσας μπορεί να γίνει χωρίς χρονικό και χωρικό περιορισμό. Σύμφωνα με το International Journal of English Linguistics, το *Duolingo*, "ένας δωρεάν διαδικτυακός ιστότοπος εκμάθησης γλωσσών, έχει ως αποστολή του να βοηθήσει τους χρήστες να μάθουν μια γλώσσα και ταυτόχρονα να χρησιμοποιούν τις ασκήσεις εκμάθησης για να μεταφράσουν τον ιστό". Σύμφωνα με τους προγραμματιστές του Duolingo, εκπληρώνει τον κύριο στόχο του, δηλαδή την εκμάθηση μιας γλώσσας μέσω της μετάφρασης γλωσσών, με πάνω από 38 διαφορετικές γλώσσες (παρέχονται το 2020), τον αριθμό 9 στο διάγραμμα εκπαίδευσης (Apple App store) και περίπου 30 εκατομμύρια ενεργούς χρήστες που αναφέρθηκαν για το 2019. Επειδή τα σχολεία/κολλέγια εκμάθησης γλωσσών είναι εκτεταμένα, το Duolingo είναι μια δωρεάν εφαρμογή που είναι "αρκετά καλή" για να βασιστεί στη μετάφραση ως

υποπροϊόν της εκμάθησης μιας γλώσσας. Το Duolingo παρήχθη το 2012 και στατιστικά, είναι η πιο δημοφιλής εφαρμογή εκμάθησης γλωσσών σε σύγκριση με εφαρμογές στο apple store (που αναζητούνται με βάση την Αυστραλία, καθώς η ζήτηση κάθε χώρας είναι διαφορετική), όπως Babble - εκμάθηση γλωσσών, Drops: εκμάθηση γλωσσών, Busuu: εκμάθηση γλωσσών και Beelingu app: εφαρμογές εκμάθησης γλωσσών.

Μελέτες έχουν δείξει σημαντικές βελτιώσεις στις ικανότητες εκμάθησης γλωσσών λόγω του Duolingo στο πλαίσιο της τάξης ή της εργασίας για το σπίτι (Grego κ.α., 2021). Όχι μόνο αυτό, αλλά η μελέτη ανέφερε επίσης μια αύξηση στην αυτοπεποίθηση κάποιου στο να είναι σε θέση να επικοινωνήσει με μια ξένη γλώσσα που έμαθε μέσω του Duolingo, αν ο χρόνος που δαπανάται για το Duolingo είναι κατά μέσο όρο 34 ώρες. Το Duolingo έχει σχεδιαστεί με μια γραμμική δομή μαθημάτων, όπου οι δραστηριότητες βρίσκονται σε χρονολογική σειρά. Ως εργαλείο αυτοεκμάθησης, επικεντρώνεται στις ενδοσχολικές στρατηγικές και επιτρέπει στους χρήστες να αξιολογούν οι ίδιοι τα επιτεύγματά τους. Μια μελέτη ανέφερε την πολυτροπικότητα του Duolingo στην ακαδημαϊκή γραφή ως προοπτική της δεύτερης γλώσσας μέσα από προσωπική εμπειρία (Sanchez, 2019). Τα αποτελέσματα ανέφεραν ότι τίποτα δεν είναι τέλει και ότι η πλαισίωση της εκμάθησης γλωσσών σε μια τάξη μαζί με έναν δάσκαλο ή εκπαιδευτή, για να καθοδηγήσει, είναι πιο διαδραστική και προκλητική και η βελτίωση των δεξιοτήτων επικοινωνίας είναι πιο αποτελεσματική.

Η κατανόηση του Duolingo ως "ανεξάρτητου εργαλείου μάθησης" μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση για ορισμένα άτομα. Μια μελέτη εξέτασε την εφαρμογή Duolingo σχετικά με την αποτελεσματικότητα της εκμάθησης μιας ξένης γλώσσας μέσω της εξ αποστάσεως μάθησης, κατηγοριοποίησε παιδαγωγικές και θεωρητικές συζητήσεις για τη διερεύνηση γλωσσικών δεξιοτήτων και τεχνικών ζητημάτων με μικτές προσεγγίσεις με ενήλικες χρήστες για να συγκεντρώσουν την πρόοδο της μάθησής τους με το Duolingo (Psychogyiou κ.α., 2019). Η μελέτη διερευνά τις προκλήσεις και την εκμάθηση μιας ξένης γλώσσας των συμμετεχόντων με πολλαπλές μεθόδους και αναφέρει θετικές και αρνητικές απαντήσεις. Ωστόσο, δεν αναλύει ακριβώς τις αντιλήψεις ενός σχεδιαστή

μαθησιακών παιχνιδιών ή ενός καθηγητή ξένων γλωσσών και συνιστά την ανάγκη διασταυρούμενης αξιολόγησης και σύγκρισης με άλλες πλατφόρμες. Μια άλλη μελέτη αναφέρει τις προοπτικές των εκπαιδευτικών και των μαθητών και τους κινδύνους που ενέχει η χρήση του Duolingo στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οι οποίοι κίνδυνοι επηρεάζουν δυνητικά την εκμάθηση ξένων γλωσσών (Grygo et al, 2018). Η προσέγγιση για την ανάλυση των τρόπων με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί μπορούν να διευκολύνουν τους μαθητές να σκέφτονται κριτικά για το Duolingo, επιτρέποντας στους εαυτούς τους να αναπτύξουν στρατηγικές στις οποίες κάθε πόρος μπορεί να περιέχει λάθη, ακρίβεια ή ορθότητα του περιεχομένου, ήταν ελκυστική στη μελέτη. Ωστόσο, η προφύλαξη για το πώς μπορεί να γίνει αντιληπτό το Duolingo δεν μπορεί να αναπτύξει με επάρκεια μια κριτική προσέγγιση με τα παιδιά, καθώς *"οι εγκέφαλοι των εφήβων είναι τρομερά δεκτικοί"* (Grygo et al, 2018, σ. 23).

Ως εκ τούτου, το παρόν κεφάλαιο επιχειρεί να καταγράψει την εμπειρία ενός καθηγητή ξένων γλωσσών και ενός σχεδιαστή μαθησιακών παιχνιδιών (σχεδιαστής παιχνιδιών και καθηγητής κατά την εμπειρία τους) για να αξιολογήσουν το "παιχνίδι" τους και να προβληματιστούν σχετικά με το Duolingo. Αυτό θα ενισχύσει τον τρόπο με τον οποίο ένας καθηγητής ξένων γλωσσών μπορεί να κριτάρει την παροχή δεξιοτήτων του Duolingo, την αλληλεπίδραση, τα στοιχεία παιχνιδοποίησης (επιβράβευση και επίτευξη στόχων) και την επαναλαμβανόμενη πρακτική μάθησης. Τέλος, η κατανόηση των προοπτικών δύο διαφορετικών ενδιαφερομένων για την εφαρμογή μάθησης επιτρέπει διάφορες απόψεις και πρακτικότητα σχετικά με το πώς το Duolingo αποδίδει το επιδιωκόμενο μαθησιακό αποτέλεσμα.

Τα στοιχεία παιχνιδοποίησης που χρησιμοποιούνται στο Duolingo είναι αυτά που το καθιστούν απλοϊκό, κατανοητό και ικανό να προσεγγίζει ένα ευρύτερο κοινό, όπως επιδιώκεται από τους παραγωγούς. Ξεκινώντας από την αρχική σελίδα, προσγειώνεται στον τρόπο με τον οποίο έχει επιτευχθεί η πρόοδος και η δύναμη του παίκτη σε κάθε δεξιότητα. Αυτό αναπαρίσταται με τη μορφή ενός "πλήρους δέντρου" της γλώσσας που έχει επιλέξει να μάθει κανείς. Καθώς τα επίπεδα εξελίσσονται, λαμβάνει χώρα η επιβράβευση με XP (πόντοι εμπειρίας) που σχετίζονται με κάθε

μάθημα και συνεδρία εξάσκησης. Το εικονικό νόμισμα που κερδίζει ένας χρήστης επιτρέπει την εξαργύρωσή του στο εικονικό κατάστημα του Duolingo. Καθώς εξελίσσονται τα επίπεδα, οι 'μαθησιακές σειρές' χρησιμοποιούνται για να τους ενθαρρύνουν και να τους παρακινήσουν να επιτύχουν πιο παρατεταμένους στόχους. Εδώ είναι που η έννοια της χρήσης της παιχνιδοποίησης από παιδαγωγική άποψη γίνεται εμφανής και προσελκύει το ενδιαφέρον του παίκτη για την εμπλοκή και τη βελτίωση του μαθησιακού του περιβάλλοντος (Deterding et al, 2011).

Η διάρκεια του streak αναπαρίσταται ως η συνέπεια της καταμέτρησης του αριθμού των συνεχόμενων ημερών που έχει προοδεύσει κάποιος και έχει επιτύχει τον ημερήσιο στόχο. Η εφαρμογή υπενθυμίζει επίσης "ειδοποίηση ώθησης" για εξάσκηση για την επίτευξη των ημερήσιων στόχων. Το καθηλωτικό περιβάλλον παιχνιδιού του Duolingo επιτρέπει τη μετάφραση της γλώσσας και τις ανταμοιβές να μοιράζονται σε συνεργατικό επίπεδο ή σε επίπεδο μέσω κοινωνικής δικτύωσης. Το άδείο τρόπαιο είναι μια παιχνιδοποιημένη εκδοχή του 'πραγματικού τροπαίου', όπου επιτρέπει να οι χρήστες να είναι ανταγωνιστικοί. Εκτός αυτού, οι "ζωές" που χάνουν αν η απάντησή είναι λανθασμένη, οι πόντοι που κερδίζουν, τα χρονόμετρα και τα σήματα, καθώς και οι πίνακες κατάταξης παρέχουν ένα ολοκληρωμένο συνεργατικό και ανταγωνιστικό σύνολο κανόνων για τους παίκτες που φτάνουν στον τελικό στόχο - την εκμάθηση μιας γλώσσας. Ωστόσο, ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα στοιχεία παιχνιδοποίησης γίνονται αντιληπτά από έναν καθηγητή ξένων γλωσσών και σχεδιαστή παιχνιδιών εκμάθησης μπορεί να διαφέρει από τον τρόπο ενός μαθητή σε μια τάξη ή ενός ατόμου με περιορισμένη κατανόηση του σχεδιασμού παιχνιδιών και των στοιχείων παιχνιδοποίησης.

Το Duolingo είναι προφορική και γραπτή εκμάθηση, όπου η ομιλία, η ακρόαση και η επιλογή επιλογών εμφανίζονται καθώς ο παίκτης γίνεται πιο έμπειρος. Επιτρέπει στους παίκτες να έχουν δυνατότητες, όπου η ολοκλήρωση ενός μαθήματος επιτρέπει τη συλλογή "πόντων εμπειρίας (XP)". Ορισμένα από τα στοιχεία παιχνιδοποίησης του Duolingo είναι βασικά, ωστόσο ολοκληρώνουν το παιχνίδι. Μια δημοσιευμένη έκθεση σχετικά με την προσωπική εμπειρία από τη χρήση του Duolingo και τη

διδασκαλία με το Duolingo στην τάξη, για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με το πώς οι μαθητές το υιοθέτησαν και σχετικά με την εμπειρία του συγγραφέα, αντανακλάται σε διάφορες πτυχές της εφαρμογής Magnuson (2014) και παρουσίασε την ανάπτυξη της εμπειρίας εκμάθησης διαφόρων γλωσσών, αλλά παραδέχτηκε ότι *"Σε καμία περίπτωση δεν μιλάω αυτές τις γλώσσες και αυτές που μιλάω σε κάποιο βαθμό δεν οφείλονται γενικά στο Duolingo"* (Magnuson, 2014, σ. 2). Επίσης, η πρόοδος των μαθητών στη μελέτη ανέφερε μειονεκτήματα και θετικά αποτελέσματα, αλλά κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές πρέπει να είναι αυτοκατευθυνόμενοι μαθητές. Ίσως αυτό μπορεί να ενισχύσει τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί και οι σχεδιαστές μάθησης βλέπουν το Duolingo ως χρησιμότητα της εκμάθησης γλωσσών. Μια μελέτη πρότεινε ότι το Duolingo πρέπει να τελειοποιήσει τον τρέχοντα αλγόριθμο άμεσης ανατροφοδότησης για να διατηρήσει τους αριθμούς των χρηστών. Ακόμη, πρέπει να προσθέσει ένα καλύτερο οπτικοακουστικό θεμέλιο κειμένου, να παρουσιάσει τη χρηστικότητά του στην αναγνώριση ομιλίας και να συνθέσει την προφορά της πρακτικής (Garcia, 2013). Μια άλλη μελέτη πρότεινε ένα εκπαιδευσιμο μοντέλο διακεκομμένης επανάληψης για την εκμάθηση γλωσσών, όπου ο αλγόριθμος εκτιμά έμμεσα τις λέξεις ή τις έννοιες που βρίσκονται στη μακροπρόθεσμη μνήμη των μαθητών (Settles, Meeder, 2016).

Μια μελέτη με συνδυασμό μεθόδων (διάφορες ομάδες ατόμων, κινητή μάθηση, οι χρήστες, οι καθηγητές και οι μαθητές) ανέφερε ότι οι χρήστες κινητών τηλεφώνων που έπαιξαν το Duolingo μπορεί να συμφωνούν σε κάποιο βαθμό σχετικά με το πώς το Duolingo μπορεί να διδάξει μια γλώσσα. Ωστόσο, η μελέτη υπογραμμίζει ότι η διδασκαλία είναι απαραίτητη για την προώθηση της αλληλεπίδρασης και την ανάπτυξη των επιθυμητών δεξιοτήτων παραγωγής για την εκμάθηση ξένων γλωσσών. Μια άλλη ανασκόπηση της εφαρμογής Duolingo ως κινητής εφαρμογής για την υποβοήθηση της εκμάθησης μιας δεύτερης γλώσσας περιέγραψε το είδος των ασκήσεων και ανέφερε την αξιολόγηση από την άποψη (Nushi, Egbali, 2017): οι μαθητές επιτυγχάνουν τους στόχους μάθησης με την εξάλειψη "του φόβου της ομιλίας μιας ξένης γλώσσας", προειδοποιητικές σημειώσεις που περιλαμβάνουν "αφυσικότητα των δειγματικών προτάσεων", "φωνή" του υπολογιστή για την ακρόαση για έναν ομιλητή που δεν ομιλεί τη γλώσσα ως μητρική του, και ένα σημαντικό

μειονέκτημα που αναφέρθηκε ήταν η χρήση μιας γλώσσας για τη διδασκαλία μιας άλλης μέσα στο Duolingo.

Τέλος, είναι ζωτικής σημασίας η κατανόηση ότι δεν υπάρχει καμία ανθρώπινη αλληλεπίδραση μεταξύ του μαθητή και του Duolingo. Ως εκ τούτου, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξ αποστάσεως μάθηση, όπου η αυτοεκμάθηση, η ανεξαρτησία του ατόμου και το συνεπές κίνητρο είναι σε μεγάλο βαθμό στον εαυτό του.

Όσον αφορά την απόδοση, καθώς η παιχνιδοποίηση βρίσκεται στο Duolingo, η ιδέα είναι να επιτευχθεί μια διαρκής δέσμευση και να αναγνωριστεί οποιαδήποτε αλλαγή στις συμπεριφορές ή στη γνωστική μάθηση και να μετατραπεί η "σοβαρή μάθηση" σε διασκέδαση και ενθουσιασμό. Είναι σημαντικό να είναι κανείς αυτοκατευθυνόμενος ή να έχει εσωτερικά κίνητρα για να ρυθμίζει και να παρακολουθεί τη μάθησή του. Εάν ένας δάσκαλος πρέπει να διδάξει μια γλώσσα σε μαθητές δημοτικού, οι προοπτικές του για την επιλογή ενός παιχνιδιού ή μιας εφαρμογής για κινητά που μπορεί να επιτύχει το μαθησιακό αποτέλεσμα αντιμετωπίζονται διαφορετικά από τις προοπτικές ενός σχεδιαστή παιχνιδιών. Με αυτό, ο σχεδιαστής μαθησιακών παιχνιδιών έχει έναν διαφορετικό ρόλο, όπως ορίζεται *"η θέση του Σχεδιαστή Μαθησιακών Παιχνιδιών παίζει εδώ και καιρό το ρόλο του υποστηρικτή, του παράγοντα αλλαγής, του καταλύτη και του παρόχου εμπειρογνωμοσύνης σε αυτό το πλαίσιο και θεωρείται κρίσιμη για την υποστήριξη της βιώσιμης αλλαγής"* (Obexer, Giardina, 2016). Μια ανασκόπηση που ορίζει τον σχεδιαστή μάθησης στο πλαίσιο της αυστραλιανής τριτοβάθμιας εκπαίδευσης περιέγραψε τους μεταβαλλόμενους ρόλους του σχεδιαστή μάθησης ως *"βασικού συνεργάτη, επιταχυντή και συνδετικού κρίκου σε ένα ταχέως μεταβαλλόμενο περιβάλλον"* (Obexer, Giardina, 2016, σ. 138).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Μια σύντομη επεξήγηση της θεωρίας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη και της μεθόδου ανάλυσης δεδομένων παρουσιάζεται στις ακόλουθες ενότητες.

Το θεωρητικό και εννοιολογικό πλαίσιο

Το Duolingo είναι μια "εφαρμογή εκμάθησης γλωσσών" που απαιτεί προσοχή σε παιδαγωγικές προσεγγίσεις, όπως ο γνωστικός συμπεριφορισμός, ο κοινωνικός κονστрукτιβισμός και ο συνδετισμός (Anderson, Dron, 2011). Για να οριστεί εν συντομία, ο γνωστικός-συμπεριφορισμός και ο κοινωνικός κοννεκτιβισμός υπονοούν ότι η μάθηση πραγματοποιείται όταν η διαδικασία είναι μαθητοκεντρική. Αντίθετα, ο κοννεκτιβισμός υφίσταται όταν η μεταδιδόμενη πληροφορία τοποθετείται στο κέντρο της διαδικασίας, δίνοντας σημασία στην αλληλεπίδραση του μαθητή και στην αποκτηθείσα γνώση (Galustyan et al, 2019). Ο μαθητής εδώ αντιπροσωπεύει έναν μαθητή σε μια τάξη, αυτή η τοποθέτηση στους σημερινούς συμμετέχοντες (καθηγητής γλώσσας και σχεδιαστής μάθησης) μπορεί να αλλάξει ελαφρώς. Μια άλλη θεωρία του Wedemeyer (1981) σχετικά με την ανεξαρτησία και την αυτονομία (που συζητά την ελευθερία επιλογής και τη μάθηση ως ζωτικής σημασίας, πρακτική, καινοτόμο μορφή) καλύπτει την ιδέα της υπέρβασης οποιωνδήποτε συνόρων όπως ο χρόνος και ο τόπος υποδεικνύει την ικανότητα του μαθητή να συμμετέχει στη διαδικασία με τις προτιμήσεις του (Wedemeyer, 1981). Η σύνδεση με την ανδραγωγική (εκπαίδευση ενηλίκων) συμβάλλει στον τρόπο με τον οποίο οι ενήλικες μαθαίνουν και επεξεργάζονται τις πληροφορίες, η οποία ορίζεται ως η θεωρία της μάθησης των ενηλίκων που περιγράφει λεπτομερώς ορισμένους από τους τρόπους με τους οποίους οι ενήλικες μαθαίνουν με διαφορετικό τρόπο από τα παιδιά (Knowles, 1980).

Με την εμπειρία, την ανάγκη για γνώση και την αυτοαντίληψη μαζί με το κίνητρο για μάθηση για τους ενήλικες που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι ζωτικής σημασίας να προστεθεί η αξία του αναστοχασμού και της εμπειρίας του παιχνιδιού μέσω μιας "ζωντανής εμπειρίας", όπως προτείνει η φαινομενολογική προσέγγιση. Παρομοίως,

είναι σημαντικό να προστεθεί η εννοιολογική προσέγγιση της θεωρίας της εμπειρίας και η βιωματική μάθηση, ο αναστοχασμός και η εμπειρία του εκπαιδευτικού που είναι διγλωσσικός ομιλητής και σχεδιαστής μαθησιακών παιχνιδιών με επαγγελματική εμπειρία ως εκπαιδευτικός στην τάξη, σχεδιαστής παιχνιδιών, και επί του παρόντος σχεδιαστής προγράμματος σπουδών για κριτική στο Duolingo. Ως εκ τούτου, ο ερευνητής αποκτά σε βάθος πληροφορίες σχετικά με την εμπειρία των ενδιαφερομένων ως "την ουσία της εμπειρίας τους" και την επιθυμία να παρακινηθούν σε ένα παιχνίδι και να προβληματιστούν σχετικά με αυτό.

Το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας μελέτης υιοθετείται από τη "Θεωρία της Βιωματικής Μάθησης" που παρουσίασε ο Kolb (1984). Από επιστημολογικής άποψης, οι ερευνητές πιστεύουν ότι η μάθηση λαμβάνει χώρα μία φορά. Ως εκπαιδευτικός, δέχεται τη συνειδητή και υποκειμενική πτυχή της μάθησης. Κατά συνέπεια, πιστεύοντας ότι σε κάθε διαδικασία μάθησης που βασίζεται στην εμπειρία, όχι μόνο δεν αρκεί να "κάνουν" και να "σκέφτονται", αλλά πρέπει επίσης να υπάρχει μια σύνδεση μεταξύ του να κάνει και του να σκέφτεται. Μπορεί να υποστηριχθεί ότι η θεωρία της βιωματικής μάθησης, στην ουσία της, διαφέρει από τις προηγούμενες κυρίαρχες θεωρίες μάθησης, όπως οι γνωστικές και οι συμπεριφορικές θεωρίες μάθησης. Σε αντίθεση με τις δύο τελευταίες θεωρίες, η βιωματική μάθηση απομακρύνεται από την αφηρημένη απόκτηση και το χειρισμό πληροφοριών και χαιρετίζει το ρόλο της συνείδησης και της υποκειμενικότητας στη διαδικασία της μάθησης. Μέσω του μοντέλου της βιωματικής μάθησης, η μάθηση μπορεί να οριστεί ως: "... η διαδικασία με την οποία η γνώση δημιουργείται μέσω του μετασχηματισμού της εμπειρίας" (Kolb, 2015).

Διαδικασίες συλλογής και ανάλυσης δεδομένων

Ένας δάσκαλος δημοτικού σχολείου και ένας σχεδιαστής μαθησιακών παιχνιδιών έλαβαν οδηγίες να παίξουν το Duolingo ως μέρος της μεθοδολογίας της παρούσας μελέτης. Η πρόθεση εδώ είναι η αξιολόγηση, η κατανόηση και η κατανόηση των

διαφορών στις απόψεις των δύο κρίσιμων ενδιαφερομένων μερών που είναι πολύτιμα για το σχεδιασμό του EG. Ο ρόλος των σχεδιαστών μαθησιακών παιχνιδιών είναι να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να διαμορφώσουν το πρόγραμμα σπουδών και να διευκολύνουν τις ανάγκες τους για την τάξη. Ο ρόλος τους έχει *"μακρά παράδοση στην αυστραλιανή τριτοβάθμια εκπαίδευση και γίνεται όλο και περισσότερο αποδεκτός ως κρίσιμος για την υποστήριξη και την προώθηση της επιτυχημένης και βιώσιμης εφαρμογής της μικτής και διαδικτυακής μάθησης"* (Obexer, 2016).

Κριτήρια συμμετεχόντων

Οι δύο συμμετέχοντες και οι προοπτικές τους απέναντι στο Duolingo έπρεπε να απεικονίσουν την αξιολόγηση του παιχνιδιού από την οπτική γωνία ενός καθηγητή ξένων γλωσσών, ο οποίος μπορεί να επιλέξει το Duolingo πριν από την έναρξη της συνεδρίας στην τάξη, και ενός σχεδιαστή μαθησιακών παιχνιδιών με πολύπλευρη εμπειρία (σχεδιαστής παιχνιδιών, καθηγητής και σχεδιαστής μάθησης) για να ασκήσει κριτική στην "πιθανή μάθηση" και το σχεδιασμό του Duolingo. Σε αυτό το σημείο πρέπει να υπογραμμιστεί ότι αυτή η εργασία αποτελεί μέρος μιας διδακτορικής μελέτης και η παρούσα εργασία αναφέρει μέρος της μελέτης. Ο ερευνητής συνέλεξε τα δεδομένα με τον ακόλουθο τρόπο:

1. Οι συμμετέχοντες βρίσκονται στην Αυστραλία και τους δόθηκε μια εβδομάδα για να παίξουν Duolingo (η μελέτη διεξήχθη μεταξύ 1 Ιουλίου 2020 - 30 Νοεμβρίου 2020). Μια κλήση Zoom ήταν προγραμματισμένη (όλοι οι συμμετέχοντες συμμετείχαν εθελοντικά με συγκατάθεση εγκεκριμένη από τη σχολή του πανεπιστημίου).
2. Δεδομένα που συλλέχθηκαν: ηχογράφηση, απομαγνητοφώνηση στο NVivo και κωδικοποίηση σύμφωνα με τα αναδυόμενα θέματα.
3. Οι κατευθυντήριες γραμμές, η βιωματική μάθηση και η θεματική ανάλυση. Με τον ερμηνευτικό κύκλο, οι ερευνητές μπόρεσαν να εντοπίσουν και να

ερμηνεύσουν τα χαρακτηριστικά των λέξεων, των προτάσεων και των παραγράφων των απομαγνητοφωνημένων και να δημιουργήσουν κόμβους και κατηγορίες, οι οποίες στη συνέχεια ομαδοποιήθηκαν σε διάφορα θέματα. Στη συνέχεια, οι έννοιες συγκρίθηκαν διεξοδικά με την εμπειρία και τη γνώμη του κάθε ερευνητή για να αποσαφηνιστούν τυχόν υποκείμενες αλληλεπιδράσεις. Η επαναληπτική διαδικασία επέτρεψε στους ερευνητές να κατανοήσουν περαιτέρω, να διερευνήσουν και να ερμηνεύσουν τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί και οι σχεδιαστές μαθησιακών παιχνιδιών αξιολογούν και αντιλαμβάνονται ένα παιχνίδι. Στη συνέχεια, τα θέματα αναλύονται χρησιμοποιώντας το παράδειγμα του ερμηνευτισμού. Η διάκριση μεταξύ του ατόμου και της εμπειρίας εξαλείφεται και η ερμηνεία απορρέει από τη συνδιαμόρφωση των δύο. Η κατανόηση των θεμάτων από τους ερευνητές βασίστηκε στον ερμηνευτικό κύκλο, ο οποίος συνιστά ανάγνωση, αναστοχαστική γραφή και ερμηνεία (Laverty, 2023).

4.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΟ ΘΈΜΑ

Οι ημιδομημένες ερωτήσεις συνέντευξης σχεδιάστηκαν και προσαρμόστηκαν από τον Jackson (2017) και το *engaging by design* (Dickey, 2005). Ωστόσο, δεν έχουν προσαρμοστεί όλες, καθώς η εστίαση των αρχικών ερωτήσεων αφορά τα παιχνίδια που βασίζονται στην αφήγηση. Η παρούσα μελέτη θεωρήθηκε λόγω της ολοκληρωμένης διερεύνησης του πλαισίου *Game as Action, Game as Text* και συνιστάται η χρήση του για το σχεδιασμό ψηφιακών εκπαιδευτικών παιχνιδιών με βάση την αφήγηση. Παρά τη βάση της προέλευσης, η παρούσα μελέτη προσαρμόζεται στους ορισμούς που ορίζονται στο πλαίσιο του Jackson (2017) για να ξεδιπλώσει τις πιθανές ερωτήσεις που ταιριάζουν στο επί του παρόντος επιλεγμένο παιχνίδι (Duolingo), καθώς είναι ένα εκπαιδευτικό και μαθησιακό παιχνίδι, αλλά όχι απαραίτητα ένα αφηγηματικό παιχνίδι. Η στοιχειώδης πεντάδα (Kalmpourtzis, 2018) εισάγεται για τα EG και εδράζεται στα βασικά στοιχεία του σχεδιασμού παιχνιδιών του Jesse Schell (2008).

Επεκτείνοντας τα βασικά στοιχεία, η πρόσφατα προτεινόμενη στοιχειώδης πεντάδα περιλαμβάνει την παιδαγωγική ως βασικό στοιχείο και εξηγεί τον κονστρουκτιβισμό, τον γνωστικισμό, τον ανθρωπισμό και τον συμπεριφορισμό (Kalmpourtzis 2018).

Κεντρικό θέμα: 'Κριτική παιχνιδιών'

Ο δάσκαλος των συμμετεχόντων (**Teacher_1**) και ο σχεδιαστής μάθησης (**LD_1**) ειδοποιήθηκαν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και τα δεδομένα είναι ανώνυμα και μη αναγνωρισμένα για την ανάλυση των δεδομένων που οδήγησαν σε ερμηνείες. Με την ανάλυση των δεδομένων που επιτεύχθηκε μέσω του NVIVO, προέκυψαν κοινά θέματα και κατηγοριοποιήθηκαν σε ένα κεντρικό θέμα. Η συζήτηση των κεντρικών θεμάτων εξετάζεται παράλληλα με τα υποθέματα και η εμπειρία των συμμετεχόντων εκφράζεται παρακάτω. Κατά συνέπεια, κάθε θέμα ολοκληρώνεται με την εμπειρία και τον προβληματισμό των ερευνητών προς τη συζήτηση του θέματος. Λόγω του περιορισμού της έκτασης της εργασίας, τα αποσπάσματα των συμμετεχόντων παρουσιάζονται περιορισμένα.

Υπο-θέμα: Duolingo, δεξιότητες που έμαθαν καθώς έπαιζαν Duolingo

Το ερώτημα αυτό αφορά κυρίως τον τρόπο με τον οποίο οι παίκτες (εκπαιδευτικοί και σχεδιαστές μαθησιακών παιχνιδιών) αντιλαμβάνονται τις δεξιότητες μέσω του Duolingo. Το παιχνίδι έχει ως στόχο να διδάξει μια γλώσσα μέσω επιπέδων, μαθημάτων και στόχων. Για έναν καθηγητή ξένων γλωσσών που θα χρησιμοποιήσει αυτή την εφαρμογή στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, είναι εντελώς διαφορετικό το πώς ο καθηγητής μαθαίνει τις δεξιότητες και από το πώς ο ίδιος θα χρησιμοποιήσει την εφαρμογή στην τάξη για να κατανοηθεί από τους μαθητές. Παρομοίως, οι σχεδιαστές μαθησιακών παιχνιδιών αξιολογούν το παιχνίδι και αποκτούν δεξιότητες με βάση την "επιθυμία" να μάθουν μια γλώσσα και σχεδιάζουν τα στοιχεία παιχνιδοποίησης.

Η ερώτηση προς τους συμμετέχοντες σχετικά με το ποιες δεξιότητες έχουν μάθει και τι θα μπορούσε να γίνει καλύτερο ήταν εντυπωσιακή. Η απάντηση από τον (LD_1) ήταν συναρπαστική για τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονταν το παιχνίδι. Πραγματικά δεν φάνηκε να πιστεύουν ότι το Duolingo έκανε

"τη δουλειά του" στο να δώσει μια δεξιότητα, αλλά φαίνεται ότι καλύπτει το λεξιλόγιο και τα βασικά μιας νέας γλώσσας. Ακόμη, φαίνεται να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τύχη του ατόμου και τους φάνηκε ότι "όλα τα κουτάκια έχουν τσεκαριστεί" για να γίνει ένα διασκεδαστικό και απλό παιχνίδι και να διδάξει μια γλώσσα. Αντίθετα, ο καθηγητής ξένων γλωσσών συμφώνησε κάπως (όπως πρότειναν οι αναδυόμενοι κόμβοι) με την ιδέα ότι αν κάποιος δεν είναι αυτοπροαγόμενος στην εκμάθηση μιας γλώσσας, ή αυτοδίδακτος, ή αφοσιωμένος στις έννοιες της εκμάθησης μιας γλώσσας, όπου μπορεί να χρησιμοποιήσει τις δεξιότητες στην πραγματική ζωή, ιδανικά δεν θα έχει κίνητρα. Άλλες δεξιότητες που αναφέρθηκαν είναι οι δεξιότητες οργάνωσης που ξεδιπλώνουν τα επίπεδα μάθησης "ελεύθερα", δοκιμάζοντας νέους τρόπους εξερεύνησης των δεξιοτήτων μέσω του παιχνιδιού. Ο δάσκαλος φάνηκε να πλαισιώνει το πώς οι μαθητές θα αντιδρούσαν στην εκμάθηση μιας νέας γλώσσας (διστακτικοί, αβέβαιοι ή χωρίς αυτοπεποίθηση)- και πιστεύει ότι το Duolingo φαίνεται να ενθαρρύνει τους μαθητές να εξασκηθούν χωρίς σκληρές κρίσεις.

[LD_1]: "αλλά, τι θα μπορούσε να είναι καλύτερο; Απλά δεν νομίζω ότι λειτουργεί σωστά. Και δεν είμαι 100% σίγουρος γιατί. Απλά νιώθω ότι έκαναν εξαιρετική δουλειά με την τύχη. Είπα και πριν ότι τσεκάρισαν όλα τα κουτάκια του τι πρέπει να κάνεις και δεν ξέρω γιατί δεν λειτουργεί".

[Teacher_1]: "Υποθέτω ότι μια δεξιότητα θα ήταν να βασίζεσαι στα δικά σου κίνητρα και να είσαι αυτοδίδακτος, οπότε υποθέτω ότι αυτό που θέλω να πω είναι: οργανωμένος, οπότε πρέπει να οργανώσεις στον εαυτό σου ένα χρόνο για να τον αφιερώσεις σε αυτό. Είναι κατά κάποιο τρόπο σαν εργασία για το σπίτι με τους μαθητές.... σε ωθεί να έχεις αυτές τις οργανωτικές δεξιότητες. Έχεις επίσης μάθει να έχεις εμπιστοσύνη στον εαυτό σου για να ξέρεις ότι ακόμα και αν είναι κάτι καινούργιο... Δεν πειράζει να δοκιμάσεις! Έτσι, πολλά παιδιά, όταν κάτι είναι

διαφορετικό, θα πουν "δεν μπορώ να το κάνω", αλλά δεν έχουν δοκιμάσει και απλά πιστεύουν ότι δεν μπορούν να το κάνουν επειδή είναι διαφορετικό".

Κεντρικό θέμα: Αισθητική και αλληλεπίδραση των στοιχείων του Duolingo

Αυτό το θέμα προέκυψε όταν ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να καταδείξουν την αντίληψή τους για τον τρόπο με τον οποίο προσαρμόστηκαν στη διεπαφή του παιχνιδιού, τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούσαν με το παιχνίδι για την επίτευξη του στόχου και τον τρόπο με τον οποίο τους απασχολούσε καθώς έπαιζαν το Duolingo. Καθώς προέκυψε η κωδικοποίηση και τα θέματα, οι ανταμοιβές που παρέχονται μέσω του παιχνιδιού φάνηκε επίσης να αλληλεπιδρούν με την αλληλεπίδρασή τους με το παιχνίδι. Οι παρακάτω ενότητες ερμηνεύουν τα αναδυόμενα θέματα.

Υπο-θέμα: Προσαρμογή και διεπαφή

Η δυνατότητα προσαρμογής στη διεπαφή του Duolingo είναι αρκετά παρόμοια για κάθε παίκτη, αλλά όχι εντελώς. Το βασικό στοιχείο της αισθητικής χρησιμοποιείται για να θεμελιώσει την ιδέα της "διεπαφής" και το πώς φαίνεται στους συμμετέχοντες. Ως εκπαιδευτικός, ήταν απλουστευτικό να ακολουθηθούν οι οδηγίες στην αρχή και να ξεκινήσει η συνεδρία. Αυτό που προκάλεσε έκπληξη είναι οι οδηγίες που δόθηκαν στο παιχνίδι- σπάνια υπήρχαν καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού. Ίσως, αυτό γίνεται για να επιτραπεί στους παίκτες να παραμείνουν προσεκτικοί και να έχουν την ετοιμότητα να μάθουν και να ωριμάσουν τις έννοιες της εκμάθησης της γλώσσας μέσω της προσαρμογής της διεπαφής.

Οι συμμετέχοντες φάνηκε να συμφωνούν με την παραπάνω ιδέα (LD_1) (Teacher_1). Η γενική τους παραδοχή είναι να πειραματιστούν και να μάθουν τον τρόπο που καθοδηγεί. Δεν είναι δύσκολη η πλοήγηση, παρόλο που οι οδηγίες που παρέχονται είναι σύντομες και προσανατολισμένες προς την εργασία. Λόγω της

επαναλαμβανόμενης δοκιμής των εργασιών και των προκλήσεων, μπορεί κανείς να πλοηγηθεί εύκολα μέσα από τη διεπαφή.

[LD_1]: "Πρέπει να πω ότι είναι εύκολο να καταλάβεις πώς να το χρησιμοποιήσεις. Είναι καθαρό και έχει καλή εμφάνιση. Η αισθητική του είναι εξαιρετική".

[Teacher_1]: "Εξαιρετικά καλά. Η πλοήγηση είναι απλή. Είναι αβίαστο στην ανάγνωση, ακόμα και, για παράδειγμα, αυτή η δραστηριότητα που είναι στην οθόνη έτσι όσο και αν εμφανίζεται, στο να σκεφτεί κάποιος, να σύρει ή να κάνει κλικ ; έτσι θα το καταλάβουν, αλλά μόνο αν το δοκιμάσουν. Οπότε, οι οδηγίες είναι πραγματικά σύντομες και δεν είναι πολύ μακροσκελείς, οπότε η διεπαφή είναι απλή, ώστε ακριβώς όταν πειραματίζεται κάποιος με αυτήν, να ανακαλύπτει τι πρέπει να κάνει πολύ γρήγορα."

Υπο-θέμα: Διασύνδεση μεταξύ του παιχνιδιού, του παίκτη και του πλαισίου του

Αυτό το θέμα προέκυψε καθώς οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονταν πού βρίσκεται το παιχνίδι και πώς συνδέεται με το πλαίσιο. Το πλαίσιο του εκπαιδευτικού που παίζει το παιχνίδι μπορεί να είναι στο γραφείο του, ή στο γραφείο προετοιμασίας ή στο σπίτι του ή να παίζει μαζί με τους μαθητές σε μια τάξη. Διαφέρει μόνο για τους σχεδιαστές μάθησης ως προς το ότι δεν βρίσκονται στην τάξη μαζί με τους μαθητές για να παίξουν και να μάθουν από το Duolingo. Η διασύνδεση και το πώς αισθάνονται για το παιχνίδι είναι ανάλογη με το πώς επιτυγχάνεται το επίπεδο παρακίνησης και εμπλοκής τους.

“Ως εκπαιδευτικός και δίγλωσσος, η εμπειρία μου από την εκμάθηση των βασικών στοιχείων της αραβικής γλώσσας ήταν αρχικά ενδιαφέρουσα, αλλά κορεσμένη με την πάροδο του χρόνου. Αυτό φάνηκε να συμφωνείται από τις απόψεις των συμμετεχόντων. Φαίνεται να αισθάνονται μια διασύνδεση τώρα εντελώς (LD_1) διαφορετική από αυτό που αντιλαμβάνονται ότι οι προθέσεις του Duolingo ήταν κίνητρο”. Ο τρόπος με τον οποίο απάντησαν οι εκπαιδευτικοί φάνηκε να συμφωνεί με την "ανάγκη για γνώση", την ετοιμότητα για μάθηση, την εμπειρία και τον

προσανατολισμό στις αρχές μάθησης της ανδραγωγικής. Και όχι μόνο αυτό, αλλά η δασκάλα φάνηκε επίσης να απολαμβάνει τον τρόπο με τον οποίο διδάσκεται η εκμάθηση της γλώσσας μέσω του Duolingo, καθώς είναι μια γραμμική εξέλιξη, όπως είναι ο τρόπος με τον οποίο διδάσκεται η γλώσσα από την ίδια χωρίς την παρουσία παιχνιδιών. Επίσης, αυτό συνδέθηκε μαζί τους λόγω της δουλειάς τους και της εμπειρίας της μάθησης και της δασκάλας.

[LD_1]: "Όχι, δεν το νομίζω. Νομίζω ότι πρέπει να υπάρχει ένα αποτέλεσμα, αλλά δεν βλέπω τι πραγματικά χρειαζόταν από το έργο. Ίσως κίνητρο, οτιδήποτε άλλο".

[Teacher_1]: "Νομίζω ότι η απάντησή μου θα ήταν διαφορετική, δεδομένου ότι είμαι καθηγητής ξένων γλωσσών. Έτσι, η διασύνδεσή μου θα ήταν σχετικά υψηλή, επειδή θα μπορούσα να συσχετιστώ με τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν γλώσσες και πώς οι άνθρωποι προσεγγίζουν διαφορετικές λέξεις. Και νομίζω ότι αυτό ενσωματώθηκε στην ανάπτυξη του παιχνιδιού, επειδή σας διδάσκει λέξεις με ρίζες. Πρώτον, σας διδάσκει γενικές προτάσεις. Διδάσκει το υποκείμενο και μετά το ρήμα. Σας διδάσκει σε ένα πολύ γραμμικό σημείο εξέλιξης όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο διδάσκετε τη γλώσσα σας. Επιπλέον, θα μπορούσα να σας το μεταδώσω αυτό γιατί αυτή είναι η δουλειά μου. Έτσι, δεν ήταν μόνο μια εμπειρία ως μαθητής. Ήταν και μια εμπειρία ως δάσκαλος".

Υπο-θέμα: Duolingo, επιβραβευτική τεχνική

Η τεχνική ανταμοιβής σε ένα παιχνίδι είναι εξαιρετικά σημαντική ως ένα από τα στοιχεία που προσελκύουν τους χρήστες (Schroff et al, 2020). Οι ανταμοιβές χρησιμοποιούνται για να εμπλέξουν, να παρακινήσουν και να επιτρέψουν στην παιδαγωγική να είναι διασκεδαστική σε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο. Αυτό συνδέεται στενά με τους στόχους του παίκτη και θέτουν διαφάνεια μεταξύ κανόνων και κριτηρίων με τα οποία όλες οι πτυχές εκτρέπονται προς την κατεύθυνση της δομικής παιχνιδοποιημένης εμπειρίας (Kapp, 2013). Προφανώς, έχει καταγραφεί ότι οι ανταμοιβές κλίνουν προς τα επίπεδα κινήτρων του ατόμου και την τάση για επιτυχία στο παιχνίδι. Για την παροχή μιας εφικτής ανταμοιβής και των παιδαγωγικών

μεθόδων παιχνιδοποίησης που προκύπτουν από τη χρήση του Duolingo στην τάξη, σημειώνεται ότι ένα παιχνίδι πρέπει να παρουσιάζει αυθεντικές εμπειρίες στους μαθητές, όπου η μάθηση πραγματοποιείται μέσω του πλαισίου στο παιχνίδι και γίνεται πιο ελκυστική μέσω των παιχνιδιών (Kalmpourtzis, 2018). Συνολικά, ο (LD_1) φάνηκε να πιστεύει σε "απτές ανταμοιβές", όχι μόνο σε κονκάρδες. Θα προτιμούσαν τη σοκολάτα αντί για τις κονκάρδες, καθώς η εκμάθηση μιας νέας γλώσσας που είναι εντελώς διαφορετική από αυτό που μπορεί να αντιληφθεί κανείς ότι σημαίνει η εκμάθηση μιας γλώσσας- μπορεί να είναι δύσκολη. Κέρματα, τρόπαια ή πίνακες κατάταξης υπάρχουν, αλλά θα προτιμούσαν τις σοκολάτες, αν το κίνητρο για την εκμάθηση μιας γλώσσας πρέπει να ενθαρρυνθεί.

Ο δάσκαλος ένιωθε ελαφρώς παρακινημένος από τα τρόπαια και τις σειρές και τον τρόπο με τον οποίο ασχολήθηκαν με τον καθημερινό τους στόχο. Λόγω των στοιχείων παιχνιδοποίησης (η σειρά και οι πόντοι), ο δάσκαλος αισθάνθηκε ενθαρρυσμένος να παίζει. Παρόλο που επρόκειτο για "τεχνητή" ανταμοιβή, η ανταλλαγή των πόντων εμπειρίας και η εξαργύρωση τεχνητών χρημάτων για την αλλαγή των ρούχων του avatar ήταν κάπως συναρπαστική. Όπως προτάθηκε σε μια δημοσιευμένη μελέτη, οι αφηρημένες έννοιες της αναπαράστασης της πραγματικότητας, ή της φανταστικής ή πλασματικής, είναι κρίσιμα στοιχεία των καλά σχεδιασμένων παιχνιδιών (Karr, 2013). Αυτό σχετιζόταν επίσης με τον τρόπο με τον οποίο οι δάσκαλοι πλαισίωσαν το σύστημα ανταμοιβής με τα παιδιά του δημοτικού σχολείου και ασχολήθηκαν με το ότι *"... είναι πιθανώς πιο ενδιαφέρον για τα παιδιά από ό,τι για τους ενήλικες"*.

Υπο-θέμα: Επανάληψη και υποτυπώδεις ενέργειες

Η ιδέα πίσω από αυτό το αναδυόμενο θέμα ήταν η επαναλαμβανόμενη πρακτική της διδασκαλίας εννοιών ή θεωριών ή, στην προκειμένη περίπτωση, της γλώσσας. Η πρωταρχική στρατηγική του Duolingo είναι η επανάληψη της εργασίας, των προκλήσεων και του τρόπου σχεδιασμού της (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής,

επιλογή της σωστής απάντησης μετά την ακρόαση της λέξης, αντιστοίχιση των σωστών λέξεων και drag-and-drop των σωστών λέξεων). Ως εκ τούτου, αυτές οι εργασίες είναι επαναλαμβανόμενες, επιτρέποντας τον παίκτη να μάθει πώς να παίζει και να αξιολογεί και να έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο μέσω της αποστήθισης (Von Ahn, 2008). Ως παιχνιδοποιημένο στοιχείο στην εφαρμογή, επιτρέπει στον χρήστη να προχωρήσει επιτυχώς μέσω των εργασιών/προκλήσεων και να παρατηρήσει την εξέλιξή του. Με αυτό, η δημιουργία ενός συναρπαστικού παιχνιδιού απαιτεί την απόκτηση γνώσεων που αποκτώνται μέσω του παιχνιδιού. Επίσης, χρησιμοποιεί πόντους, επίπεδα, ανατροφοδότηση και μπάρες προόδου για να μετατρέψει την επανάληψη της δραστηριότητας σε κάτι πιο ελκυστικό. Ένας εκπαιδευτικός, επαναλαμβάνει εν συντομία τις εβδομαδιαίες διαλέξεις σε προπτυχιακούς φοιτητές για να τους υπενθυμίσει τι διδάχτηκε την προηγούμενη εβδομάδα, για παράδειγμα. Επίσης, δεν περιμένει από αυτούς να θυμούνται τις εβδομαδιαίες διαλέξεις, καθώς είναι εγγεγραμμένοι σε πολλές ενότητες.

[Teacher_1]: "... Πριν το αναθεωρήσετε ξανά, αρκεί να διαβάσετε απλώς τρεις εβδομάδες το ίδιο πράγμα. Και μόλις τελειώσεις και σε τέσσερις μήνες από τώρα, δεν θα θυμάσαι ότι η συνοπτική αξιολόγηση ήταν η τμηματική αξιολόγηση, πρέπει κάθε τρεις εβδομάδες να κάνεις επανάληψη..."

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων συμφωνούσαν με την εμπειρία αυτή από τη διδασκαλία. Η δασκάλα φάνηκε να αναγνωρίζει τη σημασία της επανάληψης και τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούσαν και αλληλεπιδρούσαν με την εμπειρία του παιχνιδιού της. Η εκπαιδευτικός φάνηκε να το συσχετίζει με το πώς οι μαθητές στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση θα αντιδρούσαν σε επαναλαμβανόμενες εργασίες και προκλήσεις και συνέστησε να χρησιμοποιείται το Duolingo για 15 λεπτά την ημέρα, ώστε η μάθηση να είναι ελκυστική κατά τη διάρκεια της "παραδοσιακής τάξης". Ο σχεδιαστής μάθησης συμφώνησε και πίστεψε ότι η πρωταρχική στρατηγική του Duolingo βασίζεται στην επανάληψη και την εξάσκηση των ατόμων και στις γνωστικές τους ικανότητες. Πίστευαν ότι η θεωρία του συμπεριφορισμού είναι ενσωματωμένη στο Duolingo. Ως εκ τούτου, δεν είχε απήχηση με τις πεποιθήσεις τους για τη συμπεριφορά ή τις ενέργειες που αναλαμβάνονται και μπορούν να οδηγήσουν ή να τους επιτρέψουν να μάθουν μια νέα γλώσσα.

Σνεπώς, ο συγγραφέας επιχειρεί να ερμηνεύσει την εφαρμογή εκμάθησης γλωσσών Duolingo με βάση το μοντέλο της βιωματικής μάθησης και τις αρχές της παιδαγωγικής, με δύο κρίσιμους χρήστες των παιχνιδιών: τον σχεδιαστή μαθησιακών παιχνιδιών και τον καθηγητή γλωσσών. Για να το επιτύχει αυτό, ερμηνεύει τα αναδυόμενα θέματα μέσω του παραδείγματος του ερμηνευτισμού και της ερμηνευτικής ανάλυσης, τοποθετώντας τον συγγραφέα ως εκπαιδευτικό. Η παραπάνω συζήτηση συμφωνεί με τις αρχές της ανδραγωγικής και τη θεωρία της βιωματικής μάθησης του Kolb. Ο συμμετέχων φαίνεται να επισημαίνει ότι η μάθηση είναι μια διαδικασία και όχι ένα αποτέλεσμα και ότι η διαδικασία μάθησης της γνώσης είναι ρευστή. Ως εκ τούτου, δημιουργείται συνεχώς. Αυτό συμπληρώνει τη βιωματική μάθηση του Kolb και την αρχή της εμπειρίας της ανδραγωγικής. Ο τρόπος με τον οποίο ο LD απάντησε στις ερωτήσεις του Duolingo υπογράμμισε το ενδιαφέρον ή την επιθυμία του να παίξει το Duolingo και την εμπειρία της εκμάθησης μιας νέας γλώσσας. Οι απαντήσεις φαίνεται να συσχετίζονται με την εμπειρία τους και την αφηρημένη εννοιολόγηση των παρατηρήσεων, καθώς έπαιζαν την εφαρμογή.

Επιπλέον, οι στρατηγικές παιχνιδοποίησης που χρησιμοποιούνται στο παιχνίδι φαίνεται να εμπλέκουν τους ενήλικες παίκτες για ορισμένο χρονικό διάστημα. Ίσως, οι δημοσιευμένες έρευνες να αφορούν αποκλειστικά παιδιά και μαθητές (πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης). Πιθανώς, η ιδέα ότι οι μαθητές είναι μόνο μαθητές σε μια τάξη και όχι οι εκπαιδευτικοί ή οι σχεδιαστές παιχνιδιών είναι το σημείο όπου προκύπτουν τα προβλήματα, καθώς ο σχεδιασμός παιχνιδιών που διδάσκουν ή προσφέρουν μάθηση απαιτεί εξ αρχής την εμπλοκή ενός εκπαιδευτικού για το συγκεκριμένο θέμα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

Το παρόν εξετάζει δύο διαφορετικές προοπτικές κριτικής του Duolingo όσον αφορά τις δεξιότητες που μαθαίνονται, την αλληλεπίδραση, το σύστημα ανταμοιβής και επίτευξης της παιχνιδοποίησης και την επαναλαμβανόμενη πρακτική. Η προσβασιμότητα των εφαρμογών εκμάθησης γλωσσών είναι τεράστια, καθώς η βελτίωση της τεχνολογίας συνεχίζεται στον τομέα της εκπαίδευσης. Επίσης, η

παιχνιδοποίηση επιτρέπει τη συμπερίληψη στοιχείων παιχνιδιού σε πλαίσια μη παιχνιδιών για την υποστήριξη της μάθησης και της εμπλοκής σε ένα πλαίσιο τάξης. Για να

διασφαλιστεί ότι αυτό συμβαίνει, υπάρχει ανάγκη να κατανοηθούν οι προοπτικές ενός καθηγητή γλωσσών και ενός σχεδιαστή μαθησιακών παιχνιδιών (επί του παρόντος συζητείται το πλαίσιο της Αυστραλίας) για να κατανοηθούν οι απόψεις τους ως οι πρώτοι παίκτες πριν από τους μαθητές ή τους εκπαιδευόμενους σε ένα πλαίσιο τάξης.

Τα ερμηνευτικά αποτελέσματα σχετικά με τα αναδυόμενα θέματα και υποθέματα ήταν εντυπωσιακά και αμφιλεγόμενα. Οι ερμηνείες επικεντρώθηκαν στις δεξιότητες των συμμετεχόντων, την προσαρμογή και τη διεπαφή του Duolingo, το σύστημα ανταμοιβής, τους στόχους επίτευξης και τα στοιχεία παιχνιδοποίησης και επανάληψης που αλληλεπιδρούν διαφορετικά στο Duolingo. Τα θέματα αντικατοπτρίστηκαν με την εμπειρία του συγγραφέα για μια αναστοχαστική ερμηνεία. Η μείωση της πολυπλοκότητας του σχεδιασμού μαθησιακών παιχνιδιών, η συνεργασία μεταξύ των εμπειρογνομόνων του θέματος (καθηγητής γλώσσας) και του σχεδιαστή μάθησης και των σχεδιαστών παιχνιδιών θα πρέπει να είναι η ύψιστη προτεραιότητα. Για να γίνει αντιληπτό ποιο στοιχείο σχεδιασμού ή στοιχείο παιχνιδοποίησης επιτυγχάνει το επιθυμητό αποτέλεσμα στην τάξη, η συνεργατική εργασία μεταξύ σχεδιαστών παιχνιδιών και εκπαιδευτικών θα πρέπει να βοηθήσει όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στο σχεδιασμό παιχνιδιών για την παροχή μάθησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Σύγκριση - Συμπεράσματα μελετών και συστημάτων εφαρμογής εκμάθησης γλώσσας

Συγκρίνοντας, στην μελέτη των Kasmaiee et al. (2023) έγινε προσπάθεια εντοπισμού και διόρθωσης της ανορθόγραφης λέξης χρησιμοποιώντας βαθιά μάθηση και βασισμένη σε κανόνες. Συγκεκριμένα, ακολουθήθηκε η μέθοδος ανίχνευσης και διόρθωσης ορθογραφικών λαθών χρησιμοποιώντας δύο προσεγγίσεις που βασίζονται σε κανόνες και σε βαθιά δίκτυα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σχεδιασμένο σύστημα είχε υψηλή ακρίβεια στον εντοπισμό και τη διόρθωση λαθών στην περσική γλώσσα.

5.1 Μεθοδολογία

Η παρούσα μελέτη εξέτασε πενήντα από τις κορυφαίες εμπορικές εφαρμογές για Apple iOS και Google Android κινητά τηλέφωνα, χρησιμοποιώντας μια διερευνητική-ποιοτική-ερμηνευτική προσέγγιση (Grohtjahn, 1987). Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, οι εφαρμογές επιλέχθηκαν και κωδικοποιήθηκαν και τα δεδομένα αναλύθηκαν για να προσδιοριστούν οι πιο σχετικές τάσεις και τα χαρακτηριστικά.

Πενήντα εφαρμογές επιλέχθηκαν με βάση την κατάταξή τους στο Google Play και στο Apple iTunes App Store με την αναζήτηση της φράσης-κλειδί "εκμάθηση γλωσσών". Κατατάξεις εφαρμογών χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή, καθώς αντιπροσωπεύουν μια μετρική για τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές. Ένας χρήστης μπορεί να βρει κατά την αναζήτηση για την "εκμάθηση γλωσσών". Ενώ οι ακριβείς αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν από την Google και την Apple για τον υπολογισμό αυτών των κατατάξεων δεν αποκαλύπτονται στο κοινό, βασίζονται κατά προσέγγιση στον συνολικό αριθμό λήψεων, κριτικών και εισοδημάτων που κερδίζονται από πωλήσεις (Edwards, 2014).

Η μηχανή ανάλυσης εφαρμογών App Annie (App Annie, 2015) χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό και τη σύνταξη από έναν κατάλογο των 50 κορυφαίων εφαρμογών και στα δύο καταστήματα τον Μάρτιο του 2015. Η App Annie, αν και δεν συνδέεται

άμεσα με την Apple ή την Google, συλλέγει πληροφορίες από τους χρήστες και τις χρησιμοποιεί για να εκτιμήσει

κατατάξεις των εφαρμογών. Οι εφαρμογές που κατείχαν πολλαπλές κατατάξεις για διαφορετικές γλώσσες θεωρήθηκαν ως μία ενιαία εφαρμογή και συμπεριλήφθηκαν μόνο μία φορά. Ορισμένες εφαρμογές αποκλείστηκαν λόγω έλλειψης συνάφειας με τα ερευνητικά ερωτήματα, όπως εκείνες που διδάσκουν υπολογιστές, γλώσσες προγραμματισμού ή εκείνες που επικεντρώνονταν αποκλειστικά στη μετάφραση.

5.2 Σχεδιασμός και κωδικοποίηση του οργάνου

Το εργαλείο της έρευνας κατασκευάστηκε προσεκτικά κατά τη διάρκεια των αρχικών δοκιμών προκειμένου να απαντήσει τα πρωταρχικά ερευνητικά ερωτήματα. Οι ερωτήσεις της έρευνας σχεδιάστηκαν για να καταγράψουν ένα ευρύ φάσμα πτυχών. Τα θέματα που καλύφθηκαν περιλάμβαναν: γλώσσες που διδάχθηκαν, λειτουργικό σύστημα, νομισματοποίηση, τομείς αξιολόγησης, τρόποι διδασκαλίας της γραμματικής, διορθωτική ανατροφοδότηση, και τύποι εισόδου και εξόδου στη συσκευή. Το τελικό όργανο κατέληξε σε 24 ερωτήσεις που κάλυπταν 149 υποκριτήρια χρησιμοποιώντας πλαίσια ελέγχου επιλεγμένων απαντήσεων (Edwards, 2014).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα υποκριτήρια δεν ήταν συνήθως αμοιβαία αποκλειόμενα, επιτρέποντας την πολλαπλή επιλογή υποκριτηρίων στο πλαίσιο μιας συγκεκριμένης ερώτησης. Για παράδειγμα, μια απλή εφαρμογή μπορεί να κωδικοποιηθεί τόσο για σιωπηρή όσο και για ρητή διδασκαλία γραμματικής, εάν περιέχει χαρακτηριστικά και των δύο. Ωστόσο, όταν μια εφαρμογή κωδικοποιείται για το "Κανένα" ως υποχαρακτηριστικό, δεν κωδικοποιείται για οποιαδήποτε πρόσθετα χαρακτηριστικά.

5.3 Συλλογή δεδομένων και αξιοπιστία

Πριν από τη συλλογή δεδομένων, πραγματοποιήθηκε μια συνεδρία κανονικοποίησης για να διασφαλιστεί ότι οι κωδικοποιητές επέλεγαν κριτήρια με παρόμοιο τρόπο. Τέσσερις συνολικά κωδικοποιητές εξέτασαν τις εφαρμογές. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της συλλογής δεδομένων, οι κωδικοποιητές συναντήθηκαν σε

εβδομαδιαία βάση για να συζητήσουν τυχόν ζητήματα που σχετίζονται με την κωδικοποίηση. Έντεκα εφαρμογές επιλέχθηκαν τυχαία για κωδικοποίηση από δύο βαθμολογητές, παρέχοντας ένα δείγμα για την ανάλυση αξιοπιστίας. Υπολογίστηκε ο δείκτης Cohen's Kappa και οι ερωτήσεις με χαμηλές κ κυμαίνονταν από $\kappa = 0,629$ ($p < 0,015$) έως $\kappa = 1$ ($p < 0,0005$) με μέσο όρο $\kappa = 86.5$.

5.4 Αποτελέσματα

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ευρήματα που παρέχουν μια επισκόπηση των διαθέσιμων εφαρμογών εκμάθησης γλωσσών και απαντούν στα τρία κύρια ερευνητικά αρχικά ερωτήματα.

5.5 Υποστηριζόμενες γλώσσες

Οι περισσότερες από τις επιλεγμένες εφαρμογές δίδασκαν πολλές γλώσσες. Οι δέκα πρώτες γλώσσες που διδάσκονταν ήταν Αγγλικά (36 από τις 50 εφαρμογές, 72%), Γαλλικά (36 από τις 50 εφαρμογές, 72%), Ισπανικά (34 από τις 50 εφαρμογές, 68%), Γερμανικά (33 από 50 εφαρμογές, 66%), Κινέζικα (28 από 50 εφαρμογές, 56%), Ιταλικά (27 από 50 εφαρμογές, 54%), Ιαπωνικά (25 από 50 εφαρμογές, 50%), Πορτογαλικά (21 από 50 εφαρμογές, 42%), Ρωσικά (21 από τις 50 εφαρμογές, 42%) και Αραβικά (19 από τις 50 εφαρμογές, 38%). Δώδεκα από τις επιλεγμένες εφαρμογές δίδασκαν μόνο μία γλώσσα- μία εφαρμογή δίδασκε το πολύ 200- ο μέσος αριθμός των γλωσσών που διδάσκονταν ανά εφαρμογή ήταν 15,1.

5.5.1 Υποστηριζόμενες πλατφόρμες

Ενώ 25 από τις εφαρμογές που επιλέχθηκαν ήταν από το Apple Store (για iOS) και 25 ήταν από το Google Play store (για Android), ορισμένες από αυτές τις εφαρμογές ήταν συμβατές με πολλαπλές πλατφόρμες. Πολλές εφαρμογές Android ήταν επίσης διαθέσιμες για iOS και αντίστροφα. Το συνολικό ποσοστό ήταν: iOS (40 από τις 50 εφαρμογές, 81%), Android (34 από τις 50 εφαρμογές, 69%), Windows Phone (5 από τις 50 εφαρμογές, 8%) και Blackberry (2 από τις 50 εφαρμογές, 3%).

5.5.2 Εισαγωγή χρήστη

Ενώ όλες οι εφαρμογές χρησιμοποιούσαν χειρονομίες αφής, 16 από τις 50 (32%) περιλάμβαναν τη γραφή λέξεων χρησιμοποιώντας ένα πληκτρολόγιο στην οθόνη και 12 από τις 50 (24%) επέτρεπαν στο χρήστη να μιλάει στη συσκευή χρησιμοποιώντας το μικρόφωνο.

5.5.3 Αξιολόγηση και διδακτική εστίαση

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα αφορά την εστίαση της διδασκαλίας στις επιμέρους εφαρμογές. Προκειμένου να προσδιοριστεί η επιδιωκόμενη διδακτική εστίαση, εξετάστηκαν ποιες γλωσσικές περιοχές αξιολογούνταν από κάθε εφαρμογή. Το σκεπτικό είναι ότι η αξιολόγηση αποκαλύπτει ποιες πτυχές της γλώσσας διδάσκονται και τονίζονται. Εξετάστηκε μια ποικιλία μοντέλων της επικοινωνιακής γλωσσικής ικανότητας της L2 (Canale και Swain, 1980- Bachman και Palmer, 1996- Purpura, 2004), και διαπιστώθηκε ότι οι τομείς που αξιολογούνται μπορούν να χωριστούν σε διδασκαλία λεξιλογίου (είτε μεμονωμένα είτε σε πλαίσιο), γραμματική μορφή, πραγματολογία, και προφορά.

Η πλειονότητα των εφαρμογών (42 από τις 50, 84%) περιλάμβανε εστίαση σε στοιχεία λεξιλογίου ως μεμονωμένες μονάδες, δηλαδή ως μεμονωμένες λέξεις χωρίς συμφραζόμενα. Λίγο πάνω από τις μισές εφαρμογές (23 από τις 50, 53%) αξιολογούσαν το λεξιλόγιο σε συμφραζόμενα. Άλλες εφαρμογές επικεντρώθηκαν στη γραμματική μορφή, πραγματολογία και προφορά. Ακόμη, 5 από τις 50 εφαρμογές (10%) δεν προσέφεραν επίσημο μέσο αξιολόγησης- αντίθετα, επικεντρώθηκαν μόνο στην παροχή περιεχομένου, είτε με τη μορφή γραπτά φρασεολόγια ή μαθήματα ήχου.

5.5.4 Σιωπηρή και ρητή διδασκαλία γραμματικής

Η άρρητη γραμματική απαιτεί από τους χρήστες να δώσουν συμπεράσματα σχετικά με τη γραμματική μορφή και σημασία χωρίς τη χρήση μεταγλωσσικής ορολογίας. Η ρητή διδασκαλία της γραμματικής ταξινομήθηκε είτε ως άμεση παρουσίαση γραμματικών κανόνων στο χρήστη, είτε ως διορθωτική ανατροφοδότηση που πραγματοποιούσε σαφείς αναφορές στα γραμματικά λάθη που έκανε ο χρήστης.

Σε πολλές εφαρμογές (21 από τις 50, 42%), δεν ήταν εμφανής καμία διδασκαλία γραμματικής- αυτό συμβαίνει συνήθως όταν οι εφαρμογές αξιολογούν μεμονωμένα λεξιλογικά στοιχεία χωρίς πλαίσιο. Στις υπόλοιπες 29 εφαρμογές που περιελάμβαναν γραμματική διδασκαλία, η ανατροφοδότηση κωδικοποιήθηκε ως σιωπηρή ή ρητή. Ορισμένες εφαρμογές κωδικοποιήθηκαν και για τα δύο, καθώς περιείχαν τόσο σιωπηρή όσο και ρητές μορφές διδασκαλίας. Μια σημαντική ομάδα (19 από τις 50, 38%) περιελάμβανε σιωπηρή γραμματική προσέγγιση διδασκαλίας γραμματικής. Ένας μικρότερος αριθμός εφαρμογών (10 από τις 50, 20%) παρείχε μια ρητή γραμματική παρουσίαση στους χρήστες, ενώ μόνο 3 από τις 50 εφαρμογές (6%) παρείχαν ανατροφοδότηση που έκανε ρητή αναφορά σε συγκεκριμένα γραμματικά λάθη που έκανε ο χρήστης.

5.5.5 Διορθωτική ανατροφοδότηση

Η διορθωτική ανατροφοδότηση εμφανίζεται όταν μια εφαρμογή αξιολογεί τη γλωσσική εισαγωγή του χρήστη και παρέχει διόρθωση όταν είναι απαραίτητο. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι ανατροφοδότησης που δίνονται είναι οπτική (41 από 50, 82%) ή ηχητικά εφέ (32 από 50, 64%). Ορισμένες εφαρμογές (14 από 50, 28%) προσέφεραν απλές διορθώσεις κειμένου (δηλ. παροχή της σωστής απάντησης στη θέση της λανθασμένης απάντησης), ωστόσο μόνο 3 από τις 50 εφαρμογές (6%) παρείχαν οποιαδήποτε εξήγηση σχετικά με αυτή, γιατί ορισμένα λάθη που έγιναν ήταν λανθασμένα.

5.5.6 Αλληλεπίδραση με τον χρήστη - ακρόαση, ανάγνωση και γραφή

= Επίσης, εξετάστηκαν η συχνότητα και οι τύποι αλληλεπίδρασης του χρήστη (ακρόαση, ανάγνωση ή γραφή) με τις εφαρμογές και κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το επίπεδο της γλώσσας που εμπλέκεται (π.χ. λέξεις, προτάσεις ή αποσπάσματα). Η γραφή περιελάμβανε την πληκτρολόγηση μέσω της οθόνης, την επιλογή γραμμάτων για το σχηματισμό λέξεων και λέξεων για το σχηματισμό προτάσεων.

Κατά την ακρόαση οι χρήστες αλληλεπιδρούν με τη γλώσσα συνήθως σε επίπεδο λέξης ή πρότασης, διαβάζοντας και γράφοντας σε μια κινητή συσκευή. Η γραφή είναι η πιο ανεκμετάλλευτη δεξιότητα σε σύγκριση με την ακρόαση και την ανάγνωση. Σε

ένα μικρό αριθμό εφαρμογών που δίνουν έμφαση στην ορθογραφία, τα γράμματα ήταν περιστασιακά στοχευμένα για την ακρόαση, την ανάγνωση ή τη γραφή. Οι μακρύτερες μορφές της εισόδου και εξόδου, όπως τραγούδια, διάλογοι και αποσπάσματα, ήταν πολύ σπάνιες σε όλες τις δεξιότητες. Οι εφαρμογές έτειναν να επικεντρώνονται σε δεκτικές δεξιότητες, όπως η ακρόαση ή η ανάγνωση σε συνδυασμό με απλές δραστηριότητες, όπως η συμπλήρωση κενών ή το drag & drop, παρά με παραγωγικές δεξιότητες, όπως ομιλία ή παραγωγή κειμένου. Οι δραστηριότητες ανοικτού τύπου ήταν σπάνιες και οι γραπτές ή προφορικές περιορίζονταν γενικά σε πολύ απλές εκφράσεις μιας λέξης, επιτρέποντας την εφαρμογή να αξιολογεί εύκολα την είσοδο και να παρέχει διορθωτική ανατροφοδότηση.

5.6 Συζήτηση

Από την ανάλυση διαπιστώθηκαν τρεις βασικές τάσεις. Πρώτον, η πλειονότητα των εφαρμογών τείνει να διδάσκει τις λεξιλογικές μονάδες σε απομονωμένα κομμάτια και όχι σε συναφή πλαίσια. Δεύτερον, πολλές εφαρμογές τείνουν να μην προσαρμόζονται ανάλογα με τις δεξιότητες των μεμονωμένων μαθητών. Τρίτον, οι τρέχουσες τείνουν να προσφέρουν ελάχιστη επεξηγηματική διορθωτική ανατροφοδότηση στους μαθητές. Αυτά τα ευρήματα παρέχουν τομείς εστίασης για τις εφαρμογές εκμάθησης γλωσσών επόμενης γενιάς.

5.6.1. Διδασκαλία λεξιλογίου

Τα αποτελέσματά έδειξαν ότι η διδασκαλία του λεξιλογίου ήταν η κύρια διδακτική εστίαση των εφαρμογών -και σε ορισμένες περιπτώσεις, η μόνη διδακτική εστίαση. Στο 84% των εφαρμογών (42 από τις 50), το λεξιλόγιο διδασκόταν μεμονωμένα, ενώ μόνο 23 από τις 50 εφαρμογές (53%) δίδασκαν το λεξιλόγιο σε πλαίσιο. Μια κοινή δραστηριότητα που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του λεξιλογίου ήταν η αντιστοίχιση εικόνων με τις έννοιες των λέξεων. Συχνά αυτές οι δραστηριότητες ήταν παιχνιδιοποιημένες λόγω χρονικών περιορισμών ή αισθητικής, όπως μια δραστηριότητα από το Mindsnacks Spanish. Σε αυτή τη δραστηριότητα, ο χρήστης πρέπει να γεμίσει την κοιλιά ενός βατράχου αναγνωρίζοντας την εικόνα που ταιριάζει με μια δεδομένη λέξη, προκειμένου να εφοδιάσει τον βάτραχο με ένα σνακ. Αντίθετα,

δραστηριότητες όπως το τεστ "cloze" από το DuoLingo και το Voxy αξιολογούν το λεξιλόγιο στο πλαίσιο.

Το πλαίσιο παίζει σημαντικό ρόλο στην εκμάθηση γλωσσών. Νέα συμφραζόμενα για τα λεξιλογικά στοιχεία επιτρέπουν στους μαθητές να εμπλουτίσουν τη γνώση της συγκεκριμένης λέξης κατανοώντας τις ποικίλες έννοιες της νοήματος. Όσο περισσότερες φορές συναντά κανείς μια λέξη σε διαφορετικό πλαίσιο, τόσο καλύτερα γίνεται η κατανόηση τόσο της άμεσης όσο και της εκτεταμένης έννοιας της λέξης.

Επιπλέον, ο Nation (2015) έχει σημειώσει ότι η γνώση του λεξιλογίου είναι συνάρτηση του αριθμού των φορών που εκτίθεται κανείς σε μια λέξη καθώς και της ποιότητας κάθε συνάντησης. Η προσοχή που δίνεται στη λέξη μπορεί να είναι είτε τυχαία είτε σκόπιμη. Ενώ όλες αυτές οι εφαρμογές εφιστούν σκόπιμα την προσοχή στις εν λόγω λεξιλογικές μονάδες, το πλαίσιο παρέχει πρόσθετα μέσα για να ενισχύσουν οι μαθητές τις λεξιλογικές τους γνώσεις μέσω τυχαίας επαναλαμβανόμενης έκθεσης σε νέες λέξεις.

Πολλά από τα πλαίσια ανάγνωσης περιορίζονταν σε προτάσεις και όχι σε πλήρη αναγνωστικά αποσπάσματα. Μόνο 8 από τις 50 εφαρμογές, (16%) καλούσαν τον χρήστη να διαβάσει διαλόγους και μόνο 10 από τις 50 εφαρμογές (20%) περιλάμβαναν αναγνωστικά αποσπάσματα (περιεχόμενο κειμένου μεγαλύτερο από μια πρόταση), όπως αυτό από το Voxy. Ενώ ορισμένοι σχεδιαστές μπορεί να απορρίπτουν την ιδέα να συμπεριλάβουν μεγαλύτερα αποσπάσματα ανάγνωσης λόγω του περιορισμένου εύρους προσοχής των χρηστών που σχετίζεται με τον φορητό χαρακτήρα των τηλεφώνων (Wang and Smith, 2013; Chen & Hsu, 2008; Wu et. al. 2011).

Οι δραστηριότητες αυτές ενθαρρύνονται καθώς παρέχουν στους μαθητές ένα μέσο για να τοποθετήσουν το λεξιλόγιο σε αυθεντικά και ουσιαστικά κείμενα, και έτσι είναι σε θέση να αναγνωρίζουν πότε και πώς να εφαρμόζουν στο μέλλον. Όταν το λεξιλόγιο διδάσκεται σε στυλ καρτέλας - αντιστοίχιση λέξης με σημασία (είτε αναπαρίσταται κειμενικά ή οπτικά, όπως στο παιχνίδι Mindsnacks) - οι μαθητές μπορεί να βελτιώσουν τις γνώσεις τους σχετικά με την άμεση ή κεντρική σημασία μιας λέξης, την κυριολεκτική ή λεξιλογική σημασία (Purpura, 2003). Ωστόσο, η αλληλεπιδραστική ή πραγματολογική σημασία της λέξης δεν εξετάζεται, πράγμα που

σημαίνει ότι οι μαθητές δεν θα κατανοήσουν πλήρως τα κατάλληλα πλαίσια για τη χρήση της λέξης. Επιπλέον, η εστίαση στην κυριολεκτική σημασία σημαίνει ότι οι χρήστες θα χάσουν την κατανόηση άλλων εννοιών της λέξης, όπως η μορφοσυντακτική μορφή, η οποία περιλαμβάνει "άρθρα, προθέσεις, αντωνυμίες, επιρρήματα, τις συντακτικές δομές, τη σειρά των λέξεων, τις απλές, σύνθετες προτάσεις, τη διάθεση, την φωνή και τον τρόπο", καθώς και η μορφοσυντακτική σημασία, η οποία επιτρέπει να κατανοηθεί η λέξη σε σχέση με το χρόνο, την άρνηση, την εστίαση, την αντίθεση και τη στάση (Purpura, 2003, σ. 94). Ένας χρήστης μπορεί να γνωρίζει ένα ρήμα, αλλά να μην έχει ιδέα πώς να το κλίνει ή να το βάλει σε μια πρόταση.

Με τη διδασκαλία του λεξιλογίου σε συμπραζόμενα, συνήθως προκύπτουν κάποιες γραμματικές πληροφορίες. Στο παράδειγμα του DuoLingo, ο χρήστης καλείται να επιλέξει την κατάλληλη αντωνυμία για να συμπληρώσει την πρόταση από έναν κατάλογο επιλογών. Αυτή η εργασία αξιολογεί επιπλέον την κατανόηση της γραμματικής μορφής, απαιτώντας από τον χρήστη γνώση της συμφωνίας υποκειμένου-ρήματος. Ωστόσο, ο χρήστης εξακολουθεί να πρέπει να βγάζει συμπεράσματα σχετικά με την αντιστοιχία των αντωνυμιών σε μία γλώσσα και των αντωνυμιών σε μία άλλη γλώσσα. Ο χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να συμπεράνει ότι το "they" είναι το τρίτο πρόσωπο του πληθυντικού- αυτή η πληροφορία δεν δηλώνεται ρητά.

Αντίθετα, εφαρμογές όπως το Babbel παρέχουν πιο σαφείς οδηγίες γραμματικής, όπου στους χρήστες δίνονται μεταγλωσσικές πληροφορίες για τις λέξεις καθώς αυτές αποκτώνται. Ενώ για την εκμάθηση της προσωπικής αντωνυμίας "tú", για παράδειγμα, ο χρήστης λαμβάνει κάποιες ενδείξεις: "sg., informal." Σε 38 από τις 50 εφαρμογές, δηλαδή στο 42% των περιπτώσεων, δεν ήταν εμφανής καμία γραμματική διδασκαλία, είτε σιωπηρή είτε ρητή, και τις περισσότερες φορές αυτό οφειλόταν στην έλλειψη πλαισίου για τις λέξεις εξαιτίας μιας προσέγγισης που αφορούσε μόνο το λεξιλόγιο και τις ασκήσεις. Από τις εφαρμογές που περιλάμβαναν εστίαση άλλη από τη διδασκαλία λεξιλογίου, 18 από τις 50 (36%) των εφαρμογών περιλάμβαναν μια σιωπηρή προσέγγιση διδασκαλίας γραμματικής και 12 από τις 50 (24%) παρείχαν ρητή διδασκαλία, κατά την οποία οι χρήστες καθοδηγούνταν να κατανοήσουν τη

σημασία της γραμματικής. Οι υπόλοιπες 20 εφαρμογές κωδικοποιήθηκαν ως μη έχουσες γραμματική διδασκαλία.

Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και στις δύο προσεγγίσεις, και το στυλ μάθησης θα επηρεάσει την προτίμηση για επαγωγική μάθηση. Η ρητή διδασκαλία της γραμματικής αποτελεί πρόκληση δεδομένων των περιορισμών της κινητής συσκευής, όπως το μέγεθος της οθόνης και των αρχείων, αλλά μπορεί να αποπροσανατολίσει τους μαθητές από την εστίαση στην ευχέρεια. Είναι πιθανό ότι μια συνδυασμένη προσέγγιση είναι η ιδανικότερη. Τελικά, ένας σχεδιασμός που επικεντρώνεται αποκλειστικά στην εξάσκηση απομονωμένων λεξιλογικών μονάδων αντιπροσωπεύει μια μονοδιάστατη προσέγγιση στην εκμάθηση γλωσσών. Αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχει ευρεία αναγνώριση ότι το λεξιλόγιο είναι μόνο ένα συστατικό στα μοντέλα της γλωσσικής ικανότητας (Canale and Swain, 1980; Bachman και Palmer, 1996; Purpura, 2004). Επομένως, εάν αυτές οι εφαρμογές σκοπεύουν να διδάξουν με έναν πιο ολιστικό τρόπο, είναι απαραίτητο να προχωρήσουν πέρα από την εξάσκηση λεξιλογίου.

5.6.2 Προσαρμογή

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του λογισμικού-ως-δασκάλου, σε σύγκριση με τον άνθρωπο-δάσκαλο, είναι ότι το λογισμικό διαθέτει τη δυνατότητα να καταγράφει πολύπλοκες εισροές του χρήστη σε ακριβή και αξιόπιστο τρόπο. Ενώ ένας δάσκαλος μπορεί να μην θυμάται κάθε λάθος που ένας μαθητής κάνει, το λογισμικό, αν αναπτυχθεί σωστά, θα μπορούσε να παρέχει ανεκτίμητες διαμορφωτικές πληροφορίες που διαφορετικά θα ήταν πολύ σημαντικές για έναν άνθρωπο για να τις καταγράψει εύλογα.

Αυτή η ικανότητα του λογισμικού να ενημερώνει αυτόματα τη λειτουργικότητά του με βάση την εισροή που λαμβάνει ή τα δεδομένα που επεξεργάζεται είναι γνωστή ως προσαρμοστική μάθηση. Αν και αυξάνεται σε δημοτικότητα, εξακολουθεί να είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητο πεδίο στις εφαρμογές εκμάθησης γλωσσών μέσω κινητών συσκευών. Η μηχανική μάθηση έχει ενσωματωθεί στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας μέσα από ευφυή συστήματα διδασκαλίας (ITS), ή πιο συγκεκριμένα, ευφυή συστήματα για τη διδασκαλία γλωσσών (ILTS), τα οποία προσφέρουν στους χρήστες έναν τρόπο αλληλεπίδρασης με έναν υπολογιστή,

ρυθμίζοντας την ακολουθία της διδασκαλίας με βάση την είσοδο του χρήστη (Gamper & Knapp, 2002; Moundridou & Virvou, 2003; Stockwell, 2007).

Ένα σύστημα ITS θα είναι σε θέση να κάνει "έξυπνες" αποφάσεις, όπως η προσαρμογή της τοποθέτησης του επιπέδου του χρήστη με βάση την απόδοση, προσδιορίζοντας ποιες περιοχές απαιτούν πρόσθετη άσκηση για να αντισταθμίσουν τις αδυναμίες, τροποποίηση των ρυθμίσεων για την κατάλληλη προσαρμογή του περιεχομένου με βάση το επίπεδο δεξιοτήτων του χρήστη, ή ακόμη και η αλλαγή των οπτικών ενδείξεων για την καλύτερη παρακίνηση.

Σχετικά με τις αναλύσεις των επιδόσεων που εμφανίζονται μετά την ολοκλήρωση των επιπέδων από τον χρήστη, σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για να παρακινήσουν τον χρήστη να βελτιώσει την απόδοσή του, αλλά είναι ελάχιστα που χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή του επιπέδου του παιχνιδιού στο επίπεδο του χρήστη. Για παράδειγμα, στο Mondly, ο χρήστης αποκτά πόντους εμπειρίας (XP) για την ολοκλήρωση των επιπέδων, και οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν μέσω Facebook για να συγκρίνουν το επίπεδο XP τους με άλλους χρήστες. Αυτό επιτρέπει να παρακολουθείται η πρόοδος από επίπεδο σε επίπεδο, αλλά παρ' όλα αυτά η πορεία από επίπεδο σε επίπεδο παραμένει το ίδιο, ανεξάρτητα από τον χρήστη.

5.7 Συμπέρασμα

Η επισκόπηση αυτή έδειξε ότι, στον χώρο των εμπορικών εφαρμογών, επικρατεί μια κυρίαρχη εστίαση στη διδασκαλία της γλώσσας ως απομονωμένων λέξεων λεξιλογίου και όχι στη χρήση με βάση τα συμφραζόμενα. Οι περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούν μηχανισμούς που μοιάζουν με ασκήσεις και προσφέρουν πολύ λίγη επεξηγηματική διορθωτική ανατροφοδότηση, και υπάρχει μικρή προσαρμογή στις ανάγκες των μεμονωμένων μαθητών. Παρά τις προόδους στην γλωσσική διδασκαλία, που έχουν τονίσει τη σημασία της επικοινωνιακής ικανότητας στην εκμάθηση γλωσσών, η τεχνολογία MALL εξακολουθεί να χρησιμοποιείται κυρίως για τη διδασκαλία λεξιλογίου και όχι για την ανάπτυξη της ευχέρειας.

Το παρόν κεφάλαιο εξέτασε τις εμπορικές εφαρμογές- ωστόσο, δεδομένης της επιρροής της ακαδημαϊκής έρευνας στην εμπορική εφαρμογή MALL, η συνάφεια

αυτών των προτάσεων πρέπει να εξεταστεί. Η εστίαση στη διδασκαλία του λεξιλογίου κυριαρχεί στο MALL αλλά μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στην προσαρμοστική μάθηση και στα χαρακτηριστικά ευφυούς σχεδιασμού στις εφαρμογές -ειδικά σε εκείνες που αναδεικνύουν τα μαθησιακά αποτελέσματα- θα ήταν χρήσιμοι τομείς-στόχοι για μελλοντική έρευνα.

Συνολικά, υπάρχουν μεγάλες ευκαιρίες για την αξιοποίηση των αναδυόμενων τεχνολογιών για τη γλωσσική εκμάθηση. Προτείνεται να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στον ευφυή σχεδιασμό εμπορικών εφαρμογών. Οι τεχνολογίες NLP θα μπορούσαν να επιτρέψουν ακριβή αναγνώριση γραπτού κειμένου. Μια τέτοια μεθοδολογία σχεδιασμού θα δίδασκε αυθεντικά τη χρήση της γλώσσας με τελικό στόχο να καταστήσει τους μαθητές επικοινωνιακά ικανούς στη γλώσσα που σκοπεύουν να μάθουν. Με αυτόν τον τρόπο, η γλωσσική εκπαίδευση και η τεχνολογία μπορεί να ξεπεράσει τη διδασκαλία συμπεριφοριστικού τύπου "drill and kill" που έχει από καιρό ξεπεραστεί και έχει εγκαταλειφθεί στις γλωσσικές τάξεις, και να στραφεί προς ένα πιο επικοινωνιακό, ολιστικό μοντέλο που αντανάκλα την τρέχουσα κατανόηση για τη γλωσσική ικανότητα και την απόκτηση της γλώσσας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 Ανάλυση δημοφιλούς θεματικής περιοχής της μηχανικής μάθησης

Στην παρούσα μελέτη ναλύθηκαν οι θεματικές περιοχές στις οποίες εστιάζει η μηχανική μάθηση σε πιο γενικό επίπεδο. Οι εταιρείες χρησιμοποιούν ήδη τη μηχανική μάθηση με διάφορους τρόπους, όπως (Brown,2021):

-Αλγόριθμοι σύστασης: οι μηχανές συστάσεων πίσω από τις προτάσεις του Netflix και του YouTube, οι πληροφορίες που εμφανίζονται στη ροή του Facebook και οι προτάσεις προϊόντων τροφοδοτούνται από τη μηχανική εκμάθηση.

-Ανάλυση εικόνας και ανίχνευση αντικειμένων: Η μηχανική εκμάθηση μπορεί να αναλύσει εικόνες για διαφορετικές πληροφορίες, όπως να μάθει να αναγνωρίζει

άτομα και να τα ξεχωρίζει — αν και οι αλγόριθμοι αναγνώρισης προσώπου είναι αμφιλεγόμενοι. Οι επιχειρηματικές χρήσεις για αυτό ποικίλλουν.

-Ανίχνευση απάτης: Τα μηχανήματα μπορούν να αναλύσουν μοτίβα, όπως το πώς ξοδεύει κανονικά κάποιος ή πού ψωνίζει συνήθως, για να εντοπίσει πιθανές δόλιες συναλλαγές με πιστωτική κάρτα, απόπειρες σύνδεσης ή ανεπιθύμητα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

-Αυτόματες γραμμές βοήθειας ή chatbots: Πολλές εταιρείες αναπτύσσουν διαδικτυακά chatbots, στα οποία οι πελάτες δεν μιλούν σε ανθρώπους, αλλά αλληλεπιδρούν με ένα μηχανήμα. Αυτοί οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούν μηχανική εκμάθηση και επεξεργασία φυσικής γλώσσας, με τα ρομπότ να μαθαίνουν από αρχεία προηγούμενων συνομιλιών για να βρουν τις κατάλληλες απαντήσεις.

-Αυτοοδηγούμενα αυτοκίνητα: Μεγάλο μέρος της τεχνολογίας πίσω από τα αυτοοδηγούμενα αυτοκίνητα βασίζεται στη μηχανική μάθηση και ειδικότερα στη βαθιά μάθηση.

-Ιατρική απεικόνιση και διάγνωση: Τα προγράμματα μηχανικής μάθησης μπορούν να εκπαιδεύονται ώστε να εξετάζουν ιατρικές εικόνες ή άλλες πληροφορίες και να αναζητούν ορισμένους δείκτες ασθένειας, όπως ένα εργαλείο που μπορεί να προβλέψει τον κίνδυνο καρκίνου με βάση μια μαστογραφία.

6.2 Πιθανή εξέλιξη της φυσικής επεξεργασίας γλώσσας

Τα κείμενα των χρηστών σε διαδικτυακές πλατφόρμες, όπως αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ή κριτικές προϊόντων σε ιστότοπους ηλεκτρονικού εμπορίου περιλαμβάνουν υψηλό ποσοστό ανορθόγραφων λέξεων. Οι μελέτες διόρθωσης κειμένου που βασίζονται σε μοντέλο απαιτούν μια βάση δεδομένων καθαρού κειμένου για μοντέλο εκπαίδευσης. Σε μελλοντική έρευνα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το προτεινόμενο μοντέλο ανίχνευσης με υψηλή ακρίβεια ανίχνευσης σφαλμάτων και να προετοιμάσει ένα καθαρό σύνολο δεδομένων για να αποτελέσει τη βάση για ένα μοντέλο διόρθωσης ορθογραφικού λάθους βασισμένο σε βαθιά μάθηση.

Στο μέλλον, προτείνεται η επέκταση της έρευνας αναπτύσσοντας μια ανίχνευση και διόρθωση ορθογραφίας με βάση προτάσεις και προσεγγίσεις και για άλλες γλώσσες,

εξετάζοντας τους τρόπους με τους οποίους η εισαγωγή νέων εργαλείων μπορεί να διαταράξει τη σχέση μεταξύ διαφορετικών στοιχείων σε ένα σύστημα δραστηριότητας εκμάθησης γλώσσας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adkins, S. S. (2008). The US Market for Mobile Learning Products and Services: 2008- 2013 Forecast and Analysis. Ambient Insight, 5.

Al-Garaady, J. and Mahyoob, M. (2023). ChatGPT's Capabilities in Spotting and Analyzing Writing Errors Experienced by EFL Learners. Arab World English Journals, Special Issue on CALL, Number 9.

Ambulgekar, Sourabh, Sanke Malewadikar, Raju Garande και Bharti Joshi. (2021) Πρόβλεψη επόμενων λέξεων με χρήση αναδρομικών νευρωνικών δικτύων. In ITM Web of Conferences, vol. 40, p. 03034. EDP Sciences

Anderson, T. and Dron, J. (2011). Three generations of distance education pedagogy, International Review of Research in Open and Distributed Learning, vol. 12, no. 3, pp. 80-97,

10618

App Annie (2015). <http://www.appannie.com/top/>

Asri, L., He, J., Suleman, K. (2016). A sequence-to-sequence model for user simulation in spoken dialogue systems, arXiv Prepr.

Aytan, B. and Sakar, C. O. (2023). Deep learning-based Turkish spelling error detection with a multi-class false positive reduction model. Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences, 31 (3), Article 7.

Bachman, L. F., & Palmer, A. S. (1996). Language testing in practice: Designing and developing useful language tests. Oxford, UK: Oxford University Press.

Bird, Steven, Klein, Ewan, (2009). Natural Language Processing with Python, Computer Science Bibliography

Blyth, C. (2007). A constructivist approach to grammar: Teaching teachers to teach aspect. The Modern Language Journal, 81(1), 50-66. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/329160>.

Boes, K., Buhalis, D., & Inversini, A. (2015). Conceptualising smart tourism destination dimensions. In Information and communication technologies in tourism 2015 (pp. 391–403). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14343-9_29

Boytssov, L. (2011). Indexing methods for approximate dictionary searching. J. Exp. Algorithmics 2011, 16, 11–91

Brahim, Afef Ben, and Mohamed Limam. (2016). A hybrid feature selection method based on instance learning and cooperative subset search. Pattern Recognition Letters 69: 28-34

Brown, H. D. (2007). Teaching by principles: An interactive approach to language pedagogy. White Plains, NY: Pearson Education.

Brown, Sarah (2021). Machine learning, explained, A.I., MIT Management, Sloan School, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/machine-learning-explained>

Brun, Yuriy, Ernst Michael D. (2004). Finding latent code errors via machine learning over program executions, Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering (ICSE'04), ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://people.cs.umass.edu/~brun/pubs/pubs/Brun04icse.pdf>

Brynjolfsson, Erik, Mitchell, Tom, Rock, Daniel, (2018). WHAT CAN MACHINES LEARN AND WHAT DOES IT MEAN FOR OCCUPATIONS AND THE ECONOMY? MIT INITIATIVE ON THE DIGITAL ECONOMY RESEARCH BRIEF 2018 Vol. 4, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο https://ide.mit.edu/wp-content/uploads/2018/12/2018-08-MITIDE-researchbrief-Erikb.final_.pdf

Burston, J. (2015). Twenty years of MALL project implementation: A meta-analysis of learning outcomes. ReCALL, 27(01), 4-20.

Canale, M., & Swain, M. (1980). Theoretical bases of communicative approaches to second language teaching and testing. Applied Linguistics, 1, 1–47.

Carreres, A. (2006). Strange bedfellows: Translation and language teaching, Sixth Symposium on Translation, terminology and interpretation in Cuba and Canada, vol. 15.

Carroll, S., & Swain, M. (1993). Explicit and implicit negative feedback. *Studies in second language acquisition*, 15(03), 357-386.

Chen, C-M and Hsu, S-H. (2008) Personalized mobile English vocabulary learning system based on item response theory and learning memory cycle. *Computers & Education*, 51(2), 624-645.

Chinnery, G. (2006). Going to the MALL: Mobile Assisted. *Language Learning, Language Learning & Technology*, 10(1), 9-16.

Cioffi, R., Travaglioni M., Piscitelli G, Petrillo A., De Felice and F., (2020), "Artificial Intelligence and machine learning applications in smart production: progress, trends, and directions", *Sustainability*, vol. 12, no. 2, p. 492, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/492>

Dahlmeier, Daniel, Hwee Tou Ng, and Eric Jun Feng Ng. (2012), "NUS at the HOO 2012 Shared Task." In *Proceedings of the Seventh Workshop on Building Educational Applications Using NLP*, pp. 216-224. Association for Computational Linguistics

Deorowicz, S.; Ciura, (2005) M.G. Correcting spelling errors by modelling their causes. *Int. J. Appl. Math. Comput. Sci.*, 15, 275–285.

Deterding, S. Sicart, Nacke, M. L. , O'Hara, K. and Dixon, D. (2011), Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts, in *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems*, pp. 2425-2428.

Dewey, J. (1998). *Experience and education*: Kappa Delta Pi, Indianapolis, vol. 1998, p. 14

Dickey, M. D. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design, Educational technology research and development, vol. 53, no. 2, pp. 67-83

Dilmegani, Cem (2023). Top 5 Expectations Regarding the Future of NLP in 2023, AI Multiple, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://research.aimultiple.com/future-of-nlp/#3-companies-will-use-nlg-to-generate-text>

Duman, G., Orhon, G., & Gedik, N. (2015). Research trends in mobile assisted language learning from 2000 to 2012. ReCALL, 27(02), 197-216.

Ellis, R., Loewen, S., & Erlam, R. (2006). Implicit and explicit corrective feedback and the acquisition of L2 grammar. Studies in second language acquisition, 28(02), 339– 368.

Edwards, J. (2014, February 12). A 'Dark Pattern' In Flappy Bird Reveals How Apple's Mysterious App Store Ranking Algorithm Works. Business Insider, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <http://www.businessinsider.com/how-apple-app-store-ranking-algorithm-works-2014-2>

Egger, R., & Herdin Thomas (Eds.) (2007). Tourismus Herausforderung Zukunft. Münster: LIT. ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://scholar.google.com/citations?user%2F9jwau7qaaaaj&hl%3Den&oi%3Dsra>

Egger, R., & Yu, C.-E. (2022a). Epistemological Challenges. In R. Egger (Ed.), Tourism on the verge. Applied data science in Tourism (pp. 17–34). Cham: Springer.

Finardi, K. R., Leao, R. G. and Amorim, G. B. (2016). Mobile assisted language learning: Affordances and limitations of Duolingo, *Education and Linguistics Research*, vol. 2, no. 2, pp. 48-65

Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*, 8-33.

Galustyan, O. V., Borovikova, Y. V., Polivaeva, N. P., Bakhtiyor, K. R. and Zhirkova, G. P. (2019). E-learning within the field of andragogy, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, vol. 14, no. 09, pp. 148-156

Gamper, J., & Knapp, J. (2002). A review of intelligent CALL systems. *Computer Assisted Language Learning*, 15(4), 329-342

Garcia, I. (2013), Learning a language for free while translating the web. does duolingo work?

International Journal of English Linguistics, vol. 3, no. 1, p. 19,

George, G., Osinga, E. C., Lavie, D., & Scott, B. A. (2016). Big data and data science methods for management research. *Academy of Management Journal*, 59 (5), 1493–1507, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://doi.org/10.5465/amj.2016.4005>

Godwin-Jones, R. (2011). Emerging technologies: Mobile apps for language learning. *Language Learning & Technology*, 15(2), 2-11. ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <http://lt.msu.edu/issues/june2011/emerging.pdf>

Grego, J. and Vesselinov, R. (2012). Duolingo Effectiveness Study-Final Report,

City University of Newyork, 2012, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο

http://static.duolingo.com/s3/DuolingoReport_Final.pdf

Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3), 179–188. ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0196-8>

Grygo A. and Gajek E. (2018), Risks of Using Duolingo by Polish Learners at Primary Level, presented at the EnetCollect WG3 & WG5 Meeting, Lieden, Netherlands, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <http://ceur-ws.org/Vol-2390/PaperA4.pdf>

Grohtjahn, R. (1987). On the methodological basis of introspective methods. In C. Faerch & G. Kasper (Eds.), *Introspection in second language research* (54-82). Clevedon, England: Multilingual Matters.

Han, Na-Rae, Martin Chodorow, and Claudia Leacock. (2006). Detecting errors in English article usage by non-native speakers." *Natural Language Engineering* 12, no. 2 115-129

Hickey (2015, March 8). Learning the Duolingo – how one app speaks volumes for language learning. The Guardian News and Media Limited, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο

<http://www.theguardian.com/business/2015/mar/08/learning-the-duolingo-how-oneapp-speaks-volumes-for-language-learning>

Huang, Guimin, Chuang Wu, Sirui Huang, Hongtao Zhu, Ruyu Mo, and Ya Zhou (2017). "An english subordinate clause connective correction model based on genetic algorithm and k-nearest neighbor algorithm." In Progress in Informatics and Computing (PIC), International Conference on, pp. 302-306. IEEE,

Hymes, D.H. (1972) "On Communicative Competence" In: J.B. Pride and J. Holmes (eds.) Sociolinguistics. Selected Readings. Harmondsworth: Penguin, pp. 269–293.

Jackson, L. C. (2017). "The role of the writer in creating narrative-driven digital educational games," PhD, Deakin University, 2017, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30102830/jackson-the-role-2017.pdf>

Sycz-Opo, J. and Galuskina, K. (2016). "MT Evaluation Protocol as an educational tool for teaching machine translation: experimental classes." Journal of Translator Education and Translation Studies, (1)1, pp. 35-49.

Jurafsky, Daniel, Martin, H. James, (2008), Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition, Prentice Hall

Kalmpourtzis, G. (2018). Educational Game Design Fundamentals: A journey to creating intrinsically, Motivating learning experiences. CRC Press

Kapp, K. M. (2013). The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice. John Wiley & Sons

Kasmaiee, S., Kasmaiee, S., Homayounpour, M. (2023). Correcting spelling mistakes in Persian texts with rules and deep learning methods. Sci Rep, **13**.

Kernighan, M.D.; Church, K.W.; Gale, W.A. (1990). A spelling correction program based on a noisy channel model. In Proceedings of the 13th Conference on Computational Linguistics, Helsinki, Finland, pp. 205–210.

Kerr, P (2013). A Short Guide to Adaptive Learning in English Language Teaching. The Round. ανακτήθηκε από το σύνδεσμο

<http://theround.com/wpcontent/uploads/downloads/2014/07/A-Short-Guide-to-Adaptive-Learning-in-EnglishLanguage-Teaching2.pdf>

Keyes, C., Shroff, R. H., E. Chow, E. (2016), Pedagogical foundations of a mobile application for language acquisition, Ubiquitous Learning: An International Journal, vol. 9, no. 2, p. 1

Kinaci, A.C. (2018). Spelling Correction Using Recurrent Neural Networks and Character Level N-gram. In Proceedings of the 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing, IDAP 2018, Malatya, Turkey, 28–30

Kittredge, R.I. (1987), The significance of sublanguage for automatic translation. Nirenburg, S. (ed.). Machine translation: theoretical and methodological issues. Cambridge University

Press, p. 59-66

Knowles, M. (1980). What is andragogy, *The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy*, vol. 2, pp. 40-55

Knowles, M. S., Holton, E. and Swanson, R. (2005). *The adult learner: the definitive classic in adult education and human resource development* (6th), Burlington, MA: Elsevier

Kok, J. N., Boers, E. J. W., Kusters, W. A., van der Putten, P., & Poel, M. (2009). Artificial intelligence: Definition, trends, techniques and cases. *Artificial Intelligence*, 1, 270–299.

Kolb, D. A. (1984), *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Prentice Hall

Kolb, D. (2015), *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, 2nd ed. New Jersey: Pearson Education

Kukich, K. (1992). Techniques for automatically correcting words in text. *Acm Comput. Surv.* 24, 377–439.

Kukulska-Hulme, A., & Shield, L. (2007). An Overview of Mobile Assisted Language Learning: Can mobile devices support collaborative practice in speaking and listening. In conference EuroCALL'07 Conference Virtual Strand.

Kukulska-Hulme, A., & Shield, L. (2008). An overview of mobile assisted language learning: From content delivery to supported collaboration and interaction. *ReCALL*, 20(03), 271–289

Kukulska-Hulme, A., & Bull, S. (2009). Theory-based support for mobile language learning: Noticing and recording. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 3, 12-18.

Kutsa, Asha, Joseph, Pauline, Choudhary, Garima, Naik, Shrey (2019). Error Detection and Correction using Machine Learning Concepts, *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, Vol 2., Issue 5., ανακτήθηκε από TO σύνδεσμο
https://www.ijresm.com/Vol.2_2019/Vol2_Iss5_May19/IJRESM_V2_I5_31.pdf

Laverty, S. M., (2003). Hermeneutic phenomenology and phenomenology: A comparison of historical and methodological considerations," *International Journal of Qualitative Methods*, vol. 2, no. 3, pp. 21-35

Lee, J.-H., Kim, M. & Kwon, H.-C. (2020). Deep learning-based context-sensitive spelling typing error correction. *IEEE Access*.

Lee, J.F. & VanPatten, B. (2003). *Making communicative language teaching happen* (2 nd ed.). New York: McGraw-Hill.

Lee, Kwang-wu. "English teachers" barriers to the use of computer-assisted language learning." *The Internet TESL Journal* 6.12 (2000): 1-8.

Lemon, Oliver Joseph, Pietquin, Olivier (2007), Machine learning for spoken dialogue systems, Proc. Interspeech, 2685-2688, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο, doi: 10.21437/Interspeech.2007-705

Lyster, R. & Ranta, L. (1997). Corrective feedback and learner uptake: Negotiation of form in communicative classrooms. *Studies in Second Language Acquisition*, 19(xx), 37- 66.

Lytvyn, V., Pukach, P., Vysotska, V., Vovk, M., Kholodna, N. (2023). Identification and Correction of Grammatical Errors in Ukrainian Texts Based on Machine Learning Technology. *Mathematics*. 11(4):904. <https://doi.org/10.3390/math11040904>

Magnuson, P, (2014). Teaching with Duolingo, Leysen American School Educational Research,

December 2014, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://resources.finalsite.net/images/v1588786904/lasch/tsvrjvwvma56sg2duedh/TeachingwithDuolingo.pdf>

Manning, Christopher, Mihai Surdeanu, John Bauer, Jenny Finkel, Steven Bethard, and David McClosky (2014). The Stanford CoreNLP natural language processing toolkit. In *Proceedings of 52nd annual meeting of the association for computational linguistics: system demonstrations*, pp. 55-60.

Mashod Rana, M.; Tipu Sultan, M.; Mridha, M.F.; Eyaseen Arafat Khan, M.; Masud Ahmed, M.; Abdul Hamid, M. (2018). Detection and Correction of Real-Word Errors in Bangla Language. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Bangla*

Speech and Language Processing, ICBSLP 2018, Sylhet, Bangladesh, 21–22 September 2018; pp. 1–4.

McKinsey Global Institute analysis (2018). Artificial intelligence (AI) has the potential to create value across sectors, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/global-survey-the-stateof-ai-in-2020>

Miangah, T.M. (2014) Farsi Spell: A spell-checking system for Persian using a large monolingual corpus. *Lit. Linguist. Comput.* 29, 56–73.

Mich, L. (2020). Artificial Intelligence and Machine Learning. In Z. Xiang, M. Fuchs, U. Gretzel, & W. Höpken (Eds.), *Handbook of e-Tourism* (pp. 1– 21). Cham: Springer International Publishing, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05324-6\textunderscore>

Mizumoto, Tomoya, and Yuji Matsumoto (2016). Discriminative reranking for grammatical error correction with statistical machine translation. In *Proceedings of the 2016 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, pp. 1133-1138.

Mohit, B. (2014). Named Entity Recognition. In: Zitouni, I. (eds) *Natural Language Processing of Semitic Languages. Theory and Applications of Natural Language Processing*. Springer, Berlin, Heidelberg, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο https://doi.org/10.1007/978-3-642-45358-8_7

Moundridou, M., & Virvou, M. (2003). Analysis and design of a web-based authoring tool generating intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, 40(2), 157–181.

Nah, K. C., White, P., & Sussex, R. (2008). The potential of using a mobile phone to access the Internet for learning EFL listening skills within a Korean context. *ReCALL*, 20(03), 331-347

Nation, P. (2015). Principles guiding vocabulary learning through extensive reading. *Reading in a Foreign Language*, 27(1), 136.

Neuburger, L., Beck, J., & Egger, R. (2018). The 'Phygital' Tourist Experience: The use of augmented and virtual reality in destination marketing. In M. A. Camilleri (Ed.), *Tourism Planning and Destination Marketing*. Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-291-220181009>

Nushi, M. and Egbali, M. H. (2017). Duolingo: A Mobile Application to Assist Second Language Learning, *Teaching English with Technology*, vol. 17, no. 1, pp. 89-98

Obexer, R. Giardina, N., (2016), What is a Learning Designer? Support roles and structures for

collaborative E-Learning implementation, in *Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung*,

pp. 137-146.

Oxford, R. L. (1997). Cooperative learning, collaborative learning, and interaction: Three communicative strands in the language classroom. *The Modern Language Journal*, 81(4), 443–456.

Oxford, R. L. (1995). Linking theories of learning with intelligent computer-assisted language learning (ICALL). In V.M. Holland, M.R. Sams, & J.D. Kaplan (Eds.) *Intelligent language tutors: Theory shaping technology* (359-369). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Mahwah, New Jersey.

Pal, U.; Kundu, P.K.; Chaudhuri, B.B. (2000). OCR error correction of an inflectional Indian language using morphological parsing. *J. Inf. Sci. Eng.* 2000, 16, 903–922.

Papp, S., Weidinger, W., Meir-Huber, M., Ortner, B., Langs, G., & Wazir, R. (Eds.) (2019). *Handbuch data science: Mit datenanalyse und machine learning Wert aus Daten generieren*. München and © 2019: Hanser. <https://doi.org/10.3139/9783446459755>

Pellegrino, J., Chudowski, N., and Glaser, R. (2001). *Knowing what students know: the science and design of assessment*. National Academies Press.

Pirinen, T.A.; Lindén, K. (2014). State-of-the-art in weighted finite-state spell-checking. In *Computational Linguistics and Intelligent Text Processing, Proceedings of the CICLing 2014, Kathmandu, Nepal, 6–12 April 2014; Lecture Notes in Computer Science*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2014; Volume 8404, Part 2, pp. 519–532

Power, D. J. (2016). Data science: Supporting decision-making. *Journal of Decision Systems*, 25(4), 345–356. <https://doi.org/10.1080/12460125.2016.1171610>

Prajapati, Gend Lal, και Rekha Saha (2019) REEDS: Shafer για την πρόβλεψη της επόμενης λέξης με χρήση γλωσσικού μοντέλου. *Journal of Computational Science* 35:1-11.

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking* (1st ed.). Sebastopol, CA: O'Reilly Media. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct¼true&scope¼site&db¼nlebk&db¼nlabk&AN¼619895>

Psychogiou A., Karasimos, A. (2019). The effectiveness of learning a foreign language via a

distance learning tool: Testing the Duolingo application, *Selected papers on theoretical and*

applied linguistics, vol. 23, pp. 364-380

Purpura, J. E. (2004). *Assessing grammar*. Cambridge University Press.

Reeves, B., & Nass, C. I. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. Center for the Study of Language and Information; Cambridge University Press.

Reffle, U. (2011). Efficiently generating correction suggestions for garbled tokens of historical language. *Nat. Lang. Eng.*, 17, 265–282.

Reinders, H., & Pegrum, M. (2016). Supporting Language Learning on the Move: An Evaluative Framework for Mobile Language Learning Resources. In B. Tomlinson (Ed.), *Research and Materials Development for Language Learning* (pp. 219-232). New York, NY: Routledge.

Sánchez, C. (2019). Multimodal Writing in a Second Language: CHAT and Duolingo, *Grassroots Writing Research Journal* pp. 127-138, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <http://isuwriting.com/wpcontent/uploads/2019/06/Sanchez.pdf>

Sahin, Ö. (2021). Text Generation. In: *Develop Intelligent iOS Apps with Swift*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6421-8_4

Sahoo, Abhaya, Kumar, Chittaranjan Pradhan και Himansu Das (2020). Αξιολόγηση της απόδοσης διαφορετικών μεθόδων μηχανικής μάθησης και νευρωνικού δικτύου με βάση τη βαθιά μάθηση για τη λήψη αποφάσεων για την υγεία. In *Nature inspired computing for data science*, pp. 201-212. Springer, Cham

Sauvignon, S. J. (2002). *Interpreting communicative language teaching: Contexts and concerns in teacher education*. New Haven: Yale University.

Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. Burlington, USA: Morgan

Kaufman Publishers, pp. 1-489.

Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417–424.

Seljan, Sanja, M.D. (2000), Sublanguage in Machine Translation, Faculty of Philosophy, Department of Information Sciences, Zagreb, Croatia, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο

https://www.researchgate.net/publication/332396966_Sublanguage_in_Machine_Translation

Settles B. and Meeder B., (2016), A trainable spaced repetition model for language learning, in Proceedings of the 54th annual meeting of the association for computational linguistics (volume 1: long papers) pp. 1848-1858.

Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* 27, 623–656.

Shang, H.; Merrettal, T. (1996). Tries for approximate string matching. *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.* 1996, 8, 540–547

Shieber, Stuart M. (1994a). Lessons from a restricted Turing Test. *Communications of*

the ACM, 37(6):70–78

Shroff, R. Keyes, C. and Wee, L.-H, (2020). Gamified Pedagogy: Examining how a Phonetics App Coupled with Effective Pedagogy can Support Learning, *Electronic Journal of Foreign Language Teaching*, vol. 17, no. 1

Soufan, Othman, Dimitrios Kleftogiannis, Panos Kalnis, and Vladimir B. Bajic. (2015). DWFS: a wrapper feature selection tool based on a parallel genetic algorithm. *PloS one* 10, no. 2 e0117988.

Statista Inc. (2015). Number of apps available in leading app stores as of July 2015, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <http://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-inleading-app-stores/>

Stockwell, G. (2008). Investigating learner preparedness for and usage patterns of mobile learning. *ReCALL*, 20(3), 253-270.

Stremmel, Joel, και Arjun Singh. (2021), Pretraining federated text models for next word prediction." Στο συνέδριο Future of Information and Communication Conference, σσ. 477-488. Springer, Cham

Sun, Chengjie, Xiaoqiang Jin, Lei Lin, Yuming Zhao, and Xiaolong Wang (2015), Convolutional neural networks for correcting English article errors. In *Natural Language Processing and Chinese Computing*, pp. 102-110. Springer, Cham

Sweeney, P. & Moore. C. (2012). Mobile Apps for Learning Vocabulary: Categories, Evaluation and Design Criteria for Teachers and Developers. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching*, 2(4), 1-16, October-December 2012

Tetreault, Joel, Jennifer Foster, and Martin Chodorow (2010). Using parse features for preposition selection and error detection." In Proceedings of the acl 2010 conference short papers, pp. 353-358. Association for Computational Linguistics

Tucker, A.B. Current strategies in machine translation research and development. (1987) Nirenburg, S. (ed.). Machine translation: theoretical and methodological issues. Cambridge

University Press, p. 22-42

Turing, A.M. (1950), Computing Machinery and Intelligence, Issue 236, October 1950, Pages 433–460, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>

Ur, P. (2013). The communicative approach revisited. Cambridge: Cambridge University Press. Retrieved from <http://www.cambridge.com.mx/pennyur/Penny-TCAR.pdf>

Uysal, Alper Kursat. (2018), On Two-Stage Feature Selection Methods for Text Classification." IEEE Access 6 43233-43251.

Vargiu, Eloisa, και Mirko Urru. (2013), Εκμετάλλευση της απόξεσης ιστού σε μια προσέγγιση βασισμένη στο συνεργατικό φιλτράρισμα για τη διαφήμιση στο διαδίκτυο. Artif. Intell. Res. 2, no. 1:44-54.

Vilares, M.; Otero, J.; Barcala, F.M.; Domínguez, E.; Dominguez, E. (2004). Automatic spelling correction in Galician. In *Advances in Natural Language Processing; Lecture Notes in Computer Science*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2004; Volume 3230, pp. 45–57.

Von Ahn, L. and Dabbish, L. "Designing games with a purpose," *Communications of the ACM*, vol. 51, no. 8, pp. 58-67, 2008.

Wang, S, and Smith, S. (2013) Reading and grammar learning through mobile phones. *Language Learning & Technology* (17)(3): 117-134.

Wang, Y.R.; Liao, Y.F. (2015). Word vector/conditional random field-based Chinese spelling error detection for SIGHAN-2015 evaluation. In *Proceedings of the Eighth SIGHAN Workshop on Chinese Language Processing*, Beijing, China, 30–31 July 2015; pp. 46–49.

Warschauer, M. (1996b). Computer-assisted language learning: an introduction. In S. Fotos (Ed.), *Multimedia language teaching*, 3–20. Tokyo: Logos.

Warschauer, M., & Healey, D. (1998). Computers and language learning: An overview. *Language teaching*, 31(02), 57–71.

Wedemeyer, C. (1981). *Learning at the Back Door: Reflections on Non-traditional Learning in the Lifespan*, the University of Wisconsin, ed: USA

Weizenbaum, Joseph (1966), ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine, Volume 9, Issue 1, pp 36-45, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://dl.acm.org/doi/10.1145/365153.365168>

Wise, R.G., Pattinson, K.T.S, Bulte, D.P. (2007), Dynamic forcing of end-tidal carbon dioxide and oxygen applied to functional magnetic resonance imaging, pp. 1521-1532, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://journals.sagepub.com/doi/10.1038/sj.jcbfm.9600465>

Worden, K., Haywood, J., & Bullough, W. A. (2003). Smart technologies. River Edge, NJ: World Scientific. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct¼true&scope¼site&db¼nlbk&db¼nlbk&AN¼235756>

Xiang, Yang, Yaoyun Zhang, Xiaolong Wang, Chongqiang Wei, Wen Zheng, Xiaoqiang Zhou, Yuxiu Hu, and Yang Qin. (2013). Grammatical error correction using feature selection and confidence tuning. In Proceedings of the Sixth International Joint Conference on Natural Language Processing, pp. 1067-1071.

Xiang, Y., Wang , X., Han, W., Hong, Q. (2015). Chinese Grammatical Error Diagnosis Using Ensemble Learning. Proceedings of The 2nd Workshop on Natural Language Processing Techniques for Educational Applications, p. 99–104.

Xiang, Z., & Fesenmaier, D. R. (2017). Analytics in Smart Tourism Design. Cham: Springer International Publishing, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44263-1>

Xiaoyun, Qu, Kang Xiaoning, Zhang Chao, Jiang Shuai και Ma Xiuda. Βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη της αιολικής ενέργειας με βάση τη βαθιά μακρά βραχυπρόθεσμη μνήμη (2016). In 2016 IEEE PES Asia- Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), pp. 1148- 1152. IEEE

Yichen Xie and Dawson Engler (2002). Using Redundancies to Find Errors, Computer Systems Laboratory Stanford University, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://web.stanford.edu/~engler/p401-xie.pdf>

Yu, M.; Li, G.; Deng, D.; Feng, J. (2016). String similarity search and join: A survey. Front. Comput. Sci. 2016, 10, 399–417.

Zahrawi, M. ., & Mohammad, A. . (2021). Implementing Recommender Systems using Machine Learning and Knowledge Discovery Tools. Knowledge-Based Engineering and Sciences, 2(2), 44–53, ανακτήθηκε από το σύνδεσμο <https://doi.org/10.51526/kbes.2021.2.2.44-53>

Zhang, H.; Zhang, Q. (2017). EmbedJoin: Efficient edit similarity joins via embeddings. In Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and IData Mining, Halifax, NS, Canada,; pp. 585–594

Zhu, J., Shi, X., Zhang, Sh. (2021). Machine Learning-Based Grammar Error Detection Method in English Composition. Scientific Programming, vol. 2021, Article ID 4213791, 10 pages.