



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Επιστημών Τροφίμων
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πτυχιακή εργασία

**Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI)
και Μηχανική Μάθηση (Machine
Learning-ML) σε εφαρμογές διατροφής**

Κέισι Ζανάι
20684130

Επιβλέπων:

Αναστασία Κανέλλου
Καθηγήτρια

Αιγάλεω - Αθήνα, Ιούλιος, 2024

Εγκρίθηκε από την εξεταστική επιτροπή την 18/07/2024

Σπυρίδων Κοντελής
Επίκουρος Καθηγητής

Βασίλειος Μπάρτζης
Επίκουρος Καθηγητής

.....

Κέισι Ζανάι
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Copyright © Κέισι Ζανάι, 2024
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

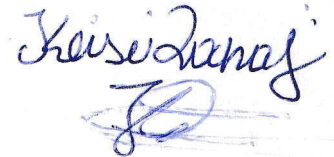
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Κέισι Ζανά/Keisi Zana του Νικόλα/Nikola, με αριθμό μητρώου 20684130 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η Δηλούσα



Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τα άτομα που στάθηκαν δίπλα μου. Πρώτα από όλα την επιβλέπουσα καθηγήτρια, την κ. Αναστασία Κανέλλου, η οποία ήταν αυτή που με άφησε να εκπονήσω και να κάνω πραγματικότητα αυτή την πτυχιακή εργασία. Θα ήθελα να ευχαριστήσω εξίσου τους γονείς μου, που πέρα από τις δυσκολίες, ήταν εκεί να με στηρίζουν, αλλά και στην παρέα μου, εξίσου καλοί συμφοιτητές στην σχολή αυτή.

14/04/2024
Κέισι Ζανά

Περίληψη

Στη σύγχρονη εποχή που χαρακτηρίζεται από τεχνολογικές εξελίξεις, η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence) και της μηχανικής μάθησης (Machine Learning) σε διατροφικές εφαρμογές έχει συγκεντρώσει αυξανόμενη προσοχή για τις δυνατότητές της να φέρει επανάσταση στην παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της διατροφής. Η παρούσα πτυχιακή εργασία επιχειρεί μια ολοκληρωμένη διερεύνηση του ρόλου της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης σε διατροφικές εφαρμογές, εστιάζοντας στη χρήση τους στη διατροφική αξιολόγηση, τον προγραμματισμό γευμάτων και την υποστήριξη αλλαγής συμπεριφοράς. Μέσω μιας συστηματικής ανασκόπησης της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει δημοφιλείς διατροφικές εφαρμογές και τα χαρακτηριστικά τους, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τις προτιμήσεις των χρηστών, τα πρότυπα εμπλοκής και την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών παρεμβάσεων. Επιπλέον, μελέτες περιπτώσεων αναδεικνύουν επιτυχημένες εφαρμογές αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης στη διατροφική ανάλυση, παρουσιάζοντας τον αντίκτυπό τους στη διατροφή της δημόσιας υγείας και την ατομική ευημερία. Εξετάζονται επίσης προκλήσεις και περιορισμούς, συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων ποιότητας δεδομένων και ηθικών προβληματισμών, καθώς και συστάσεις για μελλοντική έρευνα και ανάπτυξη. Τελικά, η παρούσα πτυχιακή εργασία, συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση των δυνατοτήτων της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης στην προώθηση πιο υγιεινών διατροφικών συμπεριφορών και υπογραμμίζει τη σημασία της διεπιστημονικής συνεργασίας για την προώθηση του πεδίου των ψηφιακών παρεμβάσεων στην υγεία.

Λέξεις Κλειδιά: Εφαρμογές διατροφής, Τεχνητή Νοημοσύνη, Μηχανική Μάθηση, Βαθιά Μάθηση, κινητή υγεία

Abstract

In today's era of technological advances, the integration of Artificial Intelligence and Machine Learning in nutritional applications has attracted increasing attention for its potential to revolutionize the monitoring and optimization of nutrition. This thesis attempts a well-rounded exploration of the role of Artificial Intelligence and Machine Learning in nutritional applications, focusing on their use in nutritional assessment, meal planning, and behaviour change support. Through a systematic review of the existing bibliography, this thesis examines popular nutrition apps and their features, providing information on user preferences, engagement patterns, and the effectiveness of digital interventions. In addition, case studies highlight successful applications of Artificial Intelligence and Machine Learning algorithms in nutritional analysis, illustrating their impact on public health nutrition and individual well-being. Challenges and limitations, including data quality issues and ethical concerns, and recommendations for future research and development are also addressed. Ultimately, this thesis contributes to a deeper understanding of the potential of Artificial Intelligence and Machine Learning in promoting healthier eating behaviours and highlights the importance of interdisciplinary collaboration to advance the field of digital health interventions.

Keywords: Nutrition Apps, Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, mobile health (mHealth)

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|--|-----------|
| Εξώφυλλο | i |
| Ευχαριστίες | ii |
| Περίληψη | iii |
| Abstract | iv |
| Πίνακας σχημάτων | viii |
| Πίνακας πινάκων | ix |
| 1 Εισαγωγή | 1 |
| 1.1 Ορισμοί | 1 |
| 2 Βιβλιογραφική Έρευνα Σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη και την Μηχανική Μάθηση σε Εφαρμογές Διατροφής | 2 |
| 2.1 Ιστορική Αναδρομή της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης στα πλαίσια της Διατροφής | 2 |
| 2.2 Συζητήσεις-Τάσεις των χρήσης των δυνατοτήτων της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης σε εφαρμογές διατροφής | 3 |
| 3 Επισκόπηση των εφαρμογών διατροφής | 6 |
| 3.1 Ταξινόμηση των εφαρμογών διατροφής με βάση τη λειτουργικότητα (παρακολούθηση, προγραμματισμός γευμάτων κ.λπ.) | 7 |
| 3.2 Ανασκόπηση των δημοφιλών εφαρμογών διατροφής και των χαρακτηριστικών τους | 8 |
| 3.3 Ανάλυση των προτιμήσεων και της εμπλοκής των χρηστών με εφαρμογές διατροφής. | 9 |
| 4 Μέθοδοι συλλογής και προεπεξεργασίας δεδομένων | 11 |
| 4.1 Επισκόπηση των πηγών δεδομένων που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές διατροφής (εισαγωγή δεδομένων από τον χρήστη, βάσεις δεδομένων τροφίμων, wearables κ.λπ.) | 11 |
| 4.2 Συζήτηση σχετικά με τις τεχνικές προεπεξεργασίας δεδομένων (καθαρισμός, κανονικοποίηση, εξαγωγή χαρακτηριστικών κ.λπ.). | 13 |
| 4.3 Εξέταση της ιδιωτικής ζωής και των ηθικών επιπτώσεων στη συλλογή δεδομένων | 14 |
| 5 Αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης στη διατροφική ανάλυση | 16 |
| 5.1 Επεξήγηση των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και Μηχανική Μάθησης που χρησιμοποιούνται συνήθως στη διατροφική ανάλυση (ταξινόμηση, παλινδρόμηση, ομαδοποίηση κ.λπ.). | 16 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2 | Συζήτηση σχετικά με τα κριτήρια επιλογής αλγορίθμων με βάση τις απαιτήσεις της εφαρμογής | 19 |
| 5.3 | Παραδείγματα τεχνικών διατροφικής ανάλυσης με τεχνητή νοημοσύνη | 20 |
| 6 | Προκλήσεις και περιορισμοί | 21 |
| 6.1 | Προσδιορισμός των προκλήσεων κατά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης σε εφαρμογές διατροφής (ποιότητα δεδομένων, ερμηνευσιμότητα, συμμόρφωση των χρηστών κ.λπ.) | 21 |
| 6.2 | Συζήτηση σχετικά με τους περιορισμούς των σημερινών τεχνολογιών και τους πιθανούς τομείς βελτίωσης | 22 |
| 7 | Μελλοντικές κατευθύνσεις και συστάσεις | 23 |
| 7.1 | Εξερεύνηση των αναδυόμενων τάσεων και των μελλοντικών κατευθύνσεων στην τεχνητή νοημοσύνη και της Μηχανικής Μάθησης για διατροφικές εφαρμογές | 23 |
| 7.2 | Συστάσεις για τους ερευνητές, τους προγραμματιστές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για την προώθηση του πεδίου | 25 |
| 8 | Συμπέρασμα | 27 |
| 8.1 | Σκέψεις σχετικά με τη σημασία της τεχνητής νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης στη βελτίωση της διατροφικής υγείας | 27 |
| 8.2 | Προτάσεις για μελλοντική έρευνα και πρακτικές επιπτώσεις | 28 |
| | Βιβλιογραφικές Αναφορές | 29 |
| | Πρόσθετη Βιβλιογραφία | 33 |

Πίνακας σχημάτων

| | | |
|-----------|--|----|
| Εικόνα 1. | Χρονολόγιο της ανάπτυξης και της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην ιατρική. AI, τεχνητή νοημοσύνη- DL, βαθιά μάθηση- FDA, U.S. Food and Drug Administration- CAD, διάγνωση με τη βοήθεια υπολογιστή. | 3 |
| Εικόνα 2. | Εννοιολογικό διάγραμμα που παρουσιάζει τη συνδυασμένη χρήση του συστήματος GoCARB με έναν αλγόριθμο ελέγχου. Ο αλγόριθμος ελέγχου κλείνει τον βρόχο μεταξύ του μόνιτορ συνεχούς παρακολούθησης γλυκόζης και της αντλίας έγχυσης ινσουλίνης. Το GoCARB λαμβάνει εικόνες γευμάτων ως είσοδο και παρέχει εκτίμηση της περιεκτικότητας των γευμάτων σε υδατάνθρακες. | 4 |
| Εικόνα 3. | Σύστημα τεχνολογικά υποβοηθούμενης διατροφικής αξιολόγησης (TADA™) | 5 |
| Εικόνα 4. | Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής FoodFlip© για κάθε ένα από τα ερμηνευτικά συστήματα διατροφικής αξιολόγησης (INRS): α Ετικέτα με φωτεινό σηματοδότη, β Ετικέτα προειδοποίησης "Υψηλή περιεκτικότητα σε", γ Βαθμολόγηση με αστέρια και δ Χωρίς μπροστινό μέρος της συσκευασίας (Πίνακας διατροφικών στοιχείων (NfI) (Ελεγχος- χωρίς τη δυνατότητα σύγκρισης υγιεινών χαρακτηριστικών)). | 8 |
| Εικόνα 5. | Οι δημοφιλέστερες εφαρμογές διατροφής τον Ιούλιο του 2021 | 9 |
| Εικόνα 6. | Μέση βαθμολογία για κάθε ενότητα και αντίληψη των χρηστών του ερωτηματολογίου uMARS στην εφαρμογή διατροφής Stance4Health | 10 |
| Εικόνα 7. | Σχηματική απεικόνιση ενός συστήματος δικτύου διατροφής που χρησιμοποιεί ολοκληρωμένους αισθητήρες χημικών ουσιών, κίνησης και ψηφιακής διατροφής. (A) Έξυπνα τραπέζια και αισθητήρες μιας χρήσης ενσωματωμένοι στη συσκευασία τροφίμων και στα ποτήρια κατανάλωσης. (B) Έξυπνα γυαλιά για φωτογραφική ταυτοποίηση τροφίμων. (C) Φορητοί χημικοί αισθητήρες. (D) Προηγμένο εργαλείο ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, όπως η τεχνητή νοημοσύνη. (F) Έγκαιρη ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο που περιλαμβάνει διατροφική κατάσταση και συμβουλές. | 12 |
| Εικόνα 8. | Προβλήματα με δεδομένα που συλλέγονται από τον πραγματικό κόσμο | 13 |
| Εικόνα 9. | Συνδυασμός μεταξύ Τεχνητής Νοημοσύνης, Μηχανικής Μάθησης και Βαθιάς Μάθησης | 17 |

- Εικόνα 10. Τέσσερις τύποι μηχανικής μάθησης. Στην επιβλεπόμενη μάθηση, παρέχονται ετικέτες στα δεδομένα για την αντικειμενική αξιολόγηση της απόδοσης του αλγορίθμου, ενώ στην μη επιβλεπόμενη μάθηση, ο αλγόριθμος χωρίζει τα δεδομένα με βάση την ομοιότητα. Στην ημι-επιβλεπόμενη μάθηση, μόνο ένα μέρος των δεδομένων συνοδεύεται από ετικέτες, αν και όλα τα δεδομένα τελικά ταξινομούνται. Η ενισχυτική μάθηση χρησιμοποιεί ποινές και ανταμοιβές σε ένα δυναμικό περιβάλλον για την εκπαίδευση του αλγορίθμου. 18
- Εικόνα 11. Σύγκριση μεταξύ 2 εφαρμογών (MyFitnessPal κέντρο-Lifesum δεξιά και αριστερά). Παρατηρείστε πως αλλάζει η καταγραφή των δεδομένων σε κάθε εφαρμογή. Η Lifesum αξιοποιεί πιο χαρούμενα χρώματα και αντίδρασεις με emoji, σε σχέση με την πιο "Επαγγελματική Όψη" του MyFitnessPal 26

Πίνακας πινάκων

| | | |
|------------|--|----|
| Πίνακας 1. | Υποκατηγορίες της Τεχνητής Νοημοσύνης | 2 |
| Πίνακας 2. | Πίνακας εντολών δεοντολογίας από την Ένωση για την Εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης(Association for the Advancement of Artificial Intelligence) | 15 |
| Πίνακας 3. | Χαρακτηριστικά των δύο Αλγορίθμων GAN(Generative Adversarial Networks) και CNN(Convolutional Neural Networks) | 24 |

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία συντάχθηκε με σκοπό να αναδείξει την χρησιμότητα και το πως η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence-AI), της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning-ML) και παρεμφερών επιστημών που θα αναφερθούν κατά μήκος της πτυχιακής αυτής, μπορούν να βοηθήσουν στην εξέλιξη εφαρμογών διατροφής.

1.1 Ορισμοί

- **Τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence-AI):** Η τεχνητή νοημοσύνη είναι ο κλάδος της επιστήμης που ασχολείται με την ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων χρησιμοποιώντας μαθηματικούς αλγόριθμους που εκπαιδεύονται σε υπολογιστές. Λειτουργεί με τρόπο παρόμοιο με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, λαμβάνοντας αποφάσεις με βάση διάφορες καταστάσεις. Η τεχνολογία αυτή στοχεύει στο να δώσει στους υπολογιστές και τις μηχανές την ικανότητα να μαθαίνουν από ένα σύνολο δεδομένων και να παίρνουν αυτόνομες αποφάσεις με βάση αυτή τη γνώση για μελλοντικά αποτελέσματα. Αυτό συνεπάγεται ότι η μηχανή μαθαίνει από την περίπλοκη και πολυδιάστατη αλληλεπίδραση μιας μεγάλης ποσότητας δεδομένων μέσω μαθηματικών αλγορίθμων και στη συνέχεια λαμβάνει αποφάσεις για το μέλλον βάσει αυτής της μάθησης. Εν ολίγοις, η τεχνητή νοημοσύνη κάνει τις μηχανές πιο έξυπνες και αποτελεσματικές.
- **Μηχανική Μάθηση (Machine Learning-ML):** Η μηχανική μάθηση είναι ένας κλάδος που εξετάζει πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπολογιστικοί αλγόριθμοι για να μετατρέψουν εμπειρικά δεδομένα σε χρήσιμα μοντέλα. Αναπτύχθηκε από τις παραδοσιακές κοινότητες της στατιστικής και της τεχνητής νοημοσύνης.
- **Βαθιά Μάθηση (Deep Learning-DL):** Η βαθιά μάθηση είναι ένας κλάδος της μηχανικής μάθησης που επικεντρώνεται στην εκμάθηση αναπαραστάσεων από τα δεδομένα. Αποτελείται από διαδοχικά κρυφά στρώματα, τα οποία εξάγουν ολοένα και πιο σύνθετα και πλήρη χαρακτηριστικά καθώς προχωρούν τα επίπεδα. Τα μοντέλα στη βαθιά μάθηση χρησιμοποιούν νευρωνικά δίκτυα που περιέχουν λανθάνουσες μεταβλητές.
- **Εφαρμογές διατροφής (Nutrition(al) Applications):** Οι εφαρμογές διατροφής αποτελούν μέρος της κατηγορίας "Υγεία για φορητή συσκευή" (mobile Health/mHealth) και επικεντρώνονται ειδικά στην παρακολούθηση της πρόσληψης τροφής και στην παροχή διατροφικών συμβουλών.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Έρευνα Σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη και την Μηχανική Μάθηση σε Εφαρμογές Διατροφής

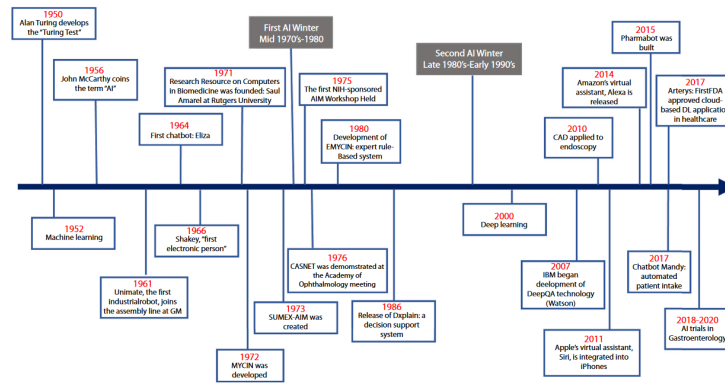
Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια μικρή ιστορική αναδρομή στο πώς εξελίχθηκε η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στα πλαίσια της επιστήμης της διατροφής, και θα γίνει μια μικρή ανασκόπηση όσον αφορά τις σχετικές μελέτες στον τομέα. Θα αναφερθούν στο τέλος και τάσεις και ιδέες, οι οποίες αναπτύσσονται στον χώρο αυτό.

2.1 Ιστορική Αναδρομή της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης στα πλαίσια της Διατροφής

Η ιστορική επισκόπηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη διατροφική έρευνα έχει πράγματι σημειώσει σημαντικές εξελίξεις τα τελευταία χρόνια. Οι προσεγγίσεις μηχανικής μάθησης (ML) έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ερμηνεία των poly-OMICS στη διατροφική έρευνα [Kho+20]. Επιπλέον, δίνεται ολοένα και μεγαλύτερη έμφαση στις ηθικές επιπτώσεις της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης στη διατροφική έρευνα, με έμφαση στην ανάπτυξη βέλτιστων πρακτικών και αρχών για τη μείωση πιθανών ηθικών προβλημάτων [Tho+22a]. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, ιδίως της μηχανικής μάθησης, στη διαδικασία έγκρισης του Οργανισμού Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) επιταχύνεται, υποδεικνύοντας την αυξανόμενη ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στη διατροφή και την έρευνα που σχετίζεται με την υγεία [Raj+22].

| |
|--|
| Υποκατηγορίες της τεχνητής νοημοσύνης |
| Μηχανική μάθηση (Μηχανική Μάθηση): εντοπισμός και ανάλυση μοτίβων- οι μηχανές μπορούν να βελτιωθούν με την εμπειρία από τα παρεχόμενα σύνολα δεδομένων. |
| Βαθιά μάθηση (DL): αποτελείται από πολυεπίπεδα νευρωνικά δίκτυα που δίνουν τη δυνατότητα στις μηχανές να μαθαίνουν και να λαμβάνουν αποφάσεις αυτόνομα. |
| Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP): είναι μια διαδικασία που επιτρέπει στους υπολογιστές να εξάγουν δεδομένα από την ανθρώπινη γλώσσα και να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει αυτών των πληροφοριών. |
| Computer Vision (CV): είναι η διαδικασία με την οποία ένας υπολογιστής αποκτά πληροφορίες και κατανόηση από μια σειρά εικόνων ή βίντεο. |

Πίνακας 1. Υποκατηγορίες της Τεχνητής Νοημοσύνης



Εικόνα 1. Χρονολόγιο της ανάπτυξης και της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην ιατρική. AI, τεχνητή νοημοσύνη- DL, βαθιά μάθηση- FDA, U.S. Food and Drug Administration- CAD, διάγνωση με τη βοήθεια υπολογιστή.

Στο πλαίσιο της έρευνας στον τομέα της διατροφής, η ΤΝ και η μηχανική μάθηση έχουν εφαρμοστεί σε διάφορους τομείς, όπως οι εξατομικευμένες διατροφικές συστάσεις, η πρόβλεψη του διαβήτη με βάση τον τύπο ζωής και ο εντοπισμός της κατάθλιψης με τη χρήση αλγορίθμων βαθιάς μάθησης [Qin+22][Oh+19]. Οι εφαρμογές αυτές καταδεικνύουν τον ποικίλο και επιδραστικό ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στην αντιμετώπιση των προκλήσεων στον τομέα της υγείας και της διατροφής.

Η ιστορική πορεία της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη διατροφική έρευνα έχει επίσης αναλυθεί για τον εντοπισμό των μελλοντικών τάσεων, γεγονός που υποδεικνύει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στην ασφάλεια των τροφίμων και την κλινική διατροφή [Liu+23].

Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη διατροφική έρευνα έχει επίσης συνδεθεί με την ανάπτυξη κατευθυντήριων γραμμών αναφοράς και εργαλείων αξιολόγησης κινδύνου για μελέτες διαγνωστικών και προγνωστικών μοντέλων πρόβλεψης, αντανάκλωντας την αυξανόμενη σημασία της Τεχνητής Νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στην κλινική πρόβλεψη και την έρευνα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης [Col+21].

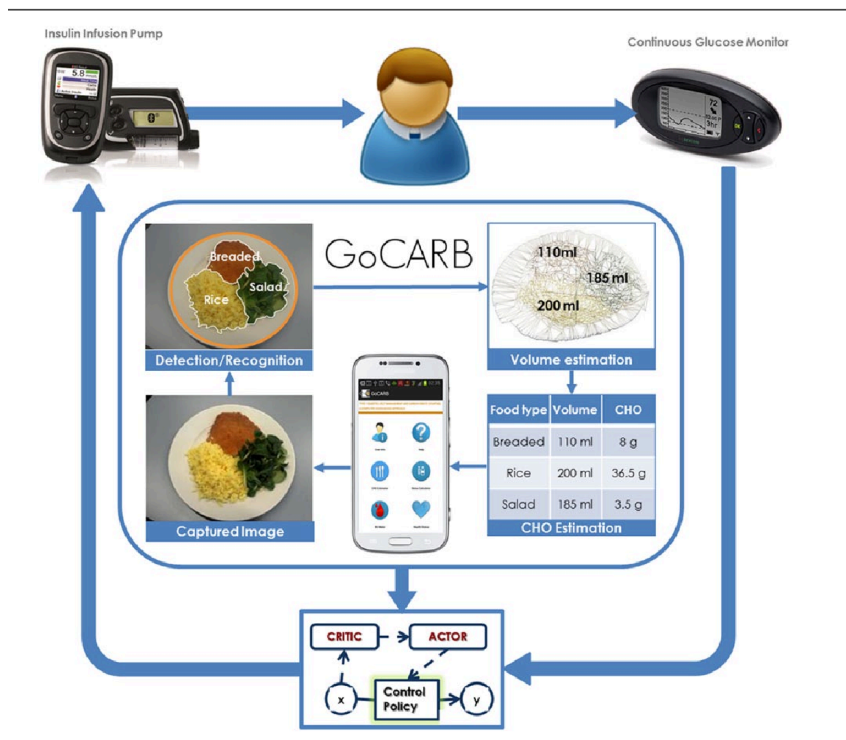
Συνολικά, η ιστορική επισκόπηση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη διατροφική έρευνα αντικατοπτρίζει μια σημαντική εξέλιξη στην εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών για την αντιμετώπιση διαφόρων προκλήσεων στην εξατομικευμένη διατροφή, την πρόβλεψη ασθενειών, την κλινική περίθαλψη και την ασφάλεια των τροφίμων. Η αυξανόμενη ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης στη διατροφική έρευνα υπογραμμίζει τις δυνατότητές τους να φέρουν επανάσταση στον τομέα και να βελτιώσουν τα αποτελέσματα της υγείας.

2.2 Συζητήσεις-Τάσεις των χρήσεων των δυνατοτήτων της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης σε εφαρμογές διατροφής

Έχουν γίνει διάφορες έρευνες και τάσεις σχετικά με την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών διατροφής. Μια σχετική τέτοια έρευνα είχε γίνει μεταξύ τριών τέτοιων εφαρμογών, όσον αφορά την χρήση πρώτης γενιάς τεχνητής νοημοσύνης, με την έννοια ότι χρησιμοποιούν κυρίως κλασικές προσεγγίσεις τεχνητής νοημοσύνης μαζί με μεθόδους επεξεργασίας εικόνας με στόχο την ημιαυτοματοποίηση ή την πλήρη αυτοματοποίηση του αγωγού αξιολόγησης της διατροφής. Δύο από τα

συστήματα χρησιμοποιούν ημιαυτόματες εφαρμογές και ένα χρησιμοποιεί αυτόματη εφαρμογή.

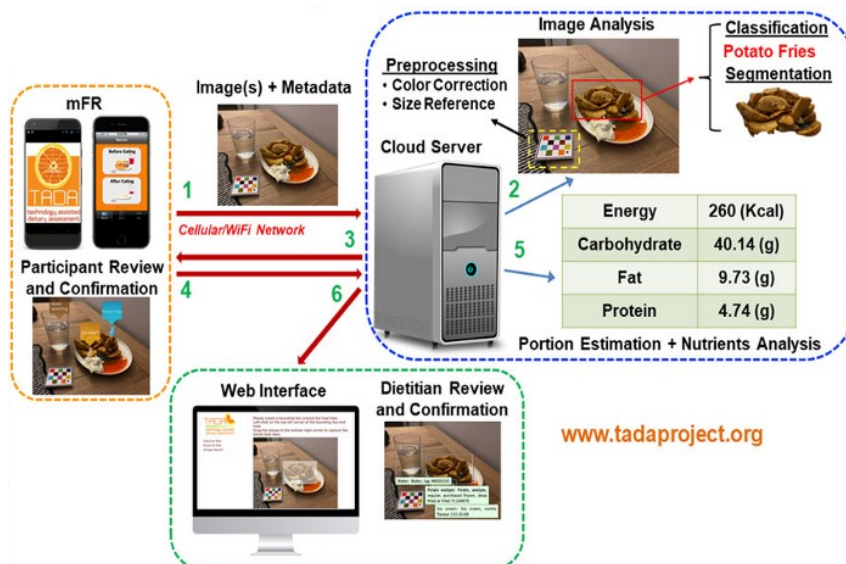
Η GoCARB είναι μια εφαρμογή Android για άτομα που ζουν με DM1 (μυοτονική δυστροφία)¹ και τους βοηθάει να εκτιμήσουν την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες των γευμάτων που σερβίρονται. Ο χρήστης τραβάει δύο φωτογραφίες τροφίμων του πιάτου πριν το φαγητό, ενώ δίπλα στο πιάτο τοποθετείται ένας δείκτης σε μέγεθος πιστωτικής κάρτας. Το φαγητό ανιχνεύεται και αναγνωρίζεται αυτόματα, εκτιμάται ο όγκος του, και υπολογίζεται η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες χρησιμοποιώντας τη βάση δεδομένων σύνθεσης τροφίμων του Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (USDA). Το GoCARB έχει μελετηθεί σε διάφορα περιβάλλοντα. Στο προκλινικό περιβάλλον, η επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων και η συνέπεια των μονάδων του συστήματος δοκιμάστηκαν με την αξιολόγηση 24 πιάτων, επιτυγχάνοντας χαμηλά σφάλματα. Μια άλλη μελέτη διαπίστωσε ότι το σύστημα GoCARB παρείχε χαμηλότερο μέσο απόλυτο σφάλμα για την εκτίμηση των υδατανθράκων σε σύγκριση με τις αυτοεκτιμήσεις των συμμετεχόντων που ζουν με DM1. Το GoCARB συγκρίθηκε επίσης με διαιτολόγους όσον αφορά την ακρίβεια της εκτίμησης των Υδατανθράκων και πέτυχε παρόμοια αποτελέσματα. Τέλος, η χρησιμότητα του GoCARB αξιολογήθηκε στο κλινικό περιβάλλον μέσω μιας τυχαιοποιημένης ελεγχόμενης διασταυρούμενης μελέτης σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μέτρησης των υδατανθράκων. Ο μεταγευματικός έλεγχος της γλυκόζης εξετάστηκε σε 20 ενήλικες με Διαβήτη τύπου 1, που χρησιμοποιούσαν θεραπεία με αντλία ινσουλίνης ενισχυμένη με αισθητήρα.



Εικόνα 2. Εννοιολογικό διάγραμμα που παρουσιάζει τη συνδυασμένη χρήση του συστήματος GoCARB με έναν αλγόριθμο ελέγχου. Ο αλγόριθμος ελέγχου κλείνει τον βρόχο μεταξύ του μόνιτορ συνεχούς παρακολούθησης γλυκόζης και της αντλίας έγχυσης ινσουλίνης. Το GoCARB λαμβάνει εικόνες γευμάτων ως είσοδο και παρέχει εκτίμηση της περιεκτικότητας των γευμάτων σε υδατάνθρακες.

¹ Η μυοτονική δυστροφία είναι η πιο συχνή μορφή μυϊκής δυστροφίας στους ενήλικες με συχνότητα 1/8.000 άτομα. Εμφανίζει δύο διαφορετικούς τύπους, τον τύπο 1 (DM1) και τον τύπο 2 (DM2). Τα τυπικά συμπτώματα της μυοτονικής δυστροφίας τύπου 1 είναι μυϊκή αδυναμία, καταρράκτης, καρδιακές διαταραχές και υπογοναδισμός. Χαρακτηριστική είναι η αργή χαλάρωση των μυών μετά τη σύσπασή τους.

Η εφαρμογή Mobile Food Record (mFR) είναι μια εφαρμογή iOS με την οποία ο χρήστης τραβάει μια φωτογραφία πριν και μετά την κατανάλωση γεύματος για να εκτιμήσει την πρόσληψη τροφής. Από τις εικόνες των γευμάτων, το φαγητό τμηματοποιείται και ο τύπος του φαγητού προσδιορίζεται με βάση τα χαρακτηριστικά υφής και χρώματος μαζί με μια μηχανή διανυσμάτων υποστήριξης (SVM). Για να εκτιμηθεί ο όγκος του φαγητού, πρέπει να τοποθετηθεί δίπλα στο φαγητό ένας δείκτης αναφοράς γνωστών διαστάσεων. Σε αυτή την εφαρμογή, τα αποτελέσματα αποστέλλονται πίσω στον χρήστη, ο οποίος επιβεβαιώνει ή/και προσαρμόζει τις πληροφορίες όσον αφορά την αναγνώριση του τροφίμου και το μέγεθος της μερίδας και τις στέλνει πίσω στον διακομιστή. Τα δεδομένα ευρετηριάζονται με τη βάση δεδομένων θρεπτικών συστατικών, την Food and Nutrient Database for Dietary Surveys, για τον αναδρομικό υπολογισμό της περιεκτικότητας των καταναλωμένων τροφίμων. Η ακρίβεια του mFR στη συλλογή της αναφερόμενης ενεργειακής πρόσληψης έχει αποδειχθεί με τη σύγκρισή του με την τεχνική του διπλά επισημασμένου νερού (DLW). Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να τραβήξουν φωτογραφίες των τροφίμων τους πριν και μετά το φαγητό για 7,5 ημέρες. Οι ενεργειακές εκτιμήσεις με τη χρήση του mFR συσχετίστηκαν σημαντικά με την ενεργειακή δαπάνη που μετρήθηκε με τη χρήση του DLW. Το σύστημα δοκιμάστηκε επίσης σε 78 εφήβους που συμμετείχαν σε μια θερινή κατασκήνωση. Η ενεργειακή πρόσληψη που μετρήθηκε από τα γνωστά τρόφιμα για κάθε γεύμα χρησιμοποιήθηκε για την επικύρωση της απόδοσης του συστήματος.



Εικόνα 3. Σύστημα τεχνολογικά υποβοηθούμενης διατροφικής αξιολόγησης (TADA™)

Η παραπάνω εικόνα δείχνει πως λειτουργεί το σύστημα της τεχνολογικά υποβοηθούμενης διατροφικής αξιολόγησης (TADA™), το οποίο αποτελείται από δύο κύρια στοιχεία:

1. Μια εφαρμογή καταγραφής της διατροφής με βάση την εικόνα, που ονομάζεται Mobile Food Record (mFR)
2. Ένας ασφαλής διακομιστής βασισμένος στο cloud που επικοινωνεί με το mFR για την επεξεργασία και αποθήκευση των εικόνων τροφίμων.

Το mFR χρησιμοποιεί μια κάμερα smartphone για τη φωτογράφιση εικόνων τροφίμων. Οι εικόνες αυτές αποστέλλονται στον διακομιστή cloud, μαζί με μεταδεδομένα, όπως ημερομηνία, ώρα και συντεταγμένες GPS, για ανάλυση και επεξεργασία- οι συμμετέχοντες μπορούν να επανεξετάσουν και να επιβεβαιώσουν τα αναλυμένα αποτελέσματα στα smartphones τους. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των εικόνων μπορούν επίσης να προβληθούν μέσω μιας διαδικτυακής διεπαφής από διαιτολόγους και ερευνητές για αξιολόγηση και πρόσθετη ανάλυση των θρεπτικών συστατικών.

Κεφάλαιο 3

Επισκόπηση των εφαρμογών διατροφής

Οι εφαρμογές κινητής υγείας προσφέρουν την ευκαιρία για αυξημένη εμπλοκή των ασθενών, συλλογή δεδομένων και απομακρυσμένη παρακολούθηση των αποτελεσμάτων εκτός των εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης. Σήμερα, υπάρχουν περίπου 165.000 δημόσια διαθέσιμες εφαρμογές υγείας για κινητά τηλέφωνα, με τους κορυφαίους τομείς να είναι η διαχείριση της ευεξίας και της ασθένειας.

Οι εφαρμογές που επικεντρώνονται στη διαίτα και την απώλεια βάρους χρησιμοποιούνται ευρέως και εκτιμάται ότι σήμερα είναι διαθέσιμες πάνω από 10.000 εφαρμογές για τη διαίτα και την απώλεια βάρους. Μια συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση του 2015 των μελετών που αξιολόγησαν εφαρμογές κινητών τηλεφώνων για την απώλεια βάρους έδειξε μια μέση μείωση του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) κατά 0,43 kg/m² μεταξύ των χρηστών εφαρμογών κινητών τηλεφώνων. Οι χρήστες μπορούν επίσης να επωφεληθούν από μια πιο συνεχή ανατροφοδότηση σχετικά με τις παρεμβάσεις τους στην υγεία. Για έναν πάροχο υγειονομικής περίθαλψης, οι εφαρμογές κινητών τηλεφώνων μπορεί να παρέχουν περαιτέρω ευκαιρίες για την αξιολόγηση των διατροφικών προτύπων των ασθενών αντί να βασίζονται μόνο σε διατροφικές ανακλήσεις. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να προσθέσει αξία στη διαδικασία της διατροφικής φροντίδας, καθώς οι ασθενείς συχνά υποεκτιμούν την πρόσληψή τους ή εμφανίζουν μεροληψία ανάκλησης λόγω παραγόντων όπως η δυσαρέσκεια για το σώμα ή η επιθυμία για κοινωνική αποδοχή.

Οι εφαρμογές που επικεντρώνονται στη διατροφή διαφέρουν σημαντικά όσον αφορά τις λειτουργίες και την ευκολία χρήσης τους. Συνήθως περιλαμβάνουν αυτοπαρακολούθηση της διατροφής και της σωματικής δραστηριότητας, επιτρέποντας στους χρήστες να καταγράφουν τη διατροφική τους πρόσληψη και τη φυσική τους δραστηριότητα, ενώ θέτουν στόχους και λαμβάνουν συνεχή ανατροφοδότηση για τη συμπεριφορά τους. Επιπλέον, οι εφαρμογές μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για την υγεία, όπως συμβουλές για τη διαχείριση του βάρους ή τη διατροφή, είτε αυτές έχουν ελεγχθεί από επαγγελματίες υγείας είτε όχι. Κάποιες εφαρμογές προσφέρουν επίσης δυνατότητες κοινωνικής δέσμευσης, επιτρέποντας την αλληλεπίδραση σε ομαδικά φόρουμ ή τη σύνδεση με άλλους χρήστες. Τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών διατροφής ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό, ωστόσο όλες έχουν κάποια κοινά στοιχεία όσον αφορά την παρακολούθηση της καθημερινής διαιτητικής πρόσληψης και της σωματικής δραστηριότητας του χρήστη.

Ένας άλλος τομέας ενδιαφέροντος για τη διατροφή μέσω κινητών εφαρμογών περιλαμβάνει εκείνες που στοχεύουν σε συγκεκριμένες ασθένειες. Οι εφαρμογές για τον διαβήτη, για παράδειγμα, μπορούν να βοηθήσουν τους χρήστες να κατανοήσουν καλύτερα πώς η διατροφή και η συμπεριφορά τους επηρεάζουν τη διαχείριση του σακχάρου στο αίμα τους. Παρά την ύπαρξη πολλών εφαρμογών, μια τεχνική ενημέρωση του 2018 από τον Οργανισμό Έρευνας και Ποιότητας της Υγείας αξιολόγησε τις διαθέσιμες εφαρμογές για την αυτοδιαχείριση του διαβήτη και βρήκε ότι μόνο 5 από εκατοντάδες εφαρμογές είχαν συνδεθεί με κλινικά σημαντικές βελτιώσεις σε βιοδείκτες, όπως η αιμοσφαιρίνη A1c (HgbA1c). Η έκθεση κατέληξε ότι χρειάζονται περισσότερες μακροχρόνιες μελέτες υψηλής ποιότητας. Καθώς ο διαβήτης δεν αποτελεί παρά μία από τις πολ-

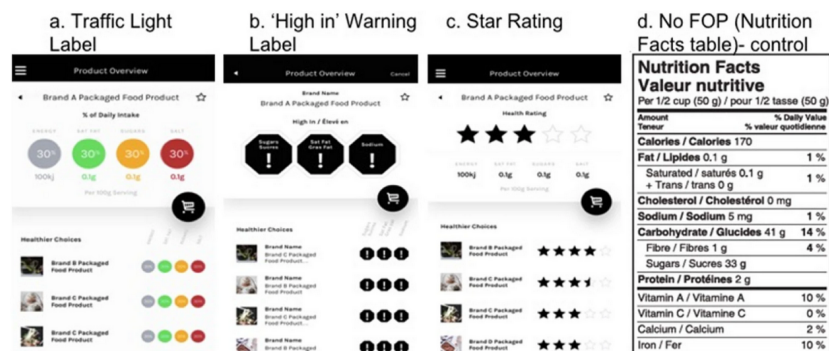
λές καταστάσεις ασθενειών που μπορεί να ωφεληθούν από τη χρήση εφαρμογών για κινητά, οι αυστηρές μελέτες που αξιολογούν τα αποτελέσματα της χρήσης εφαρμογών για τη διαχείριση ασθενειών συχνά ξεπερνούν την ανάπτυξη και την ευρεία χρήση των εφαρμογών. Για τους ασθενείς με διαβήτη, μπορούν να αξιοποιηθούν εφαρμογές όπως οι Day Two, Glucose Buddy και Darigo Health. Εκτός από τον διαβήτη, η γαστρεντερική νόσος είναι ένας άλλος τομέας όπου οι εφαρμογές κινητών τηλεφώνων μπορούν να παίξουν ρόλο στην παρακολούθηση και τη διαχείριση της κατάστασης.

3.1 Ταξινόμηση των εφαρμογών διατροφής με βάση τη λειτουργικότητα (παρακολούθηση, προγραμματισμός γευμάτων κ.λπ.)

Η ταξινόμηση των εφαρμογών διατροφής με βάση τη λειτουργικότητα προϋποθέτει την κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών και των σκοπών αυτών των εφαρμογών. Αρκετές μελέτες έχουν εμβαθύνει σε αυτόν τον τομέα, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τους διαφορετικούς τύπους λειτουργιών που προσφέρονται από εφαρμογές κινητών τηλεφώνων με θέμα τη διατροφή ταξινόμησαν τις επιλεγμένες εφαρμογές σε τέσσερις τύπους με βάση τον πρωταρχικό σκοπό, τη μορφή και τα βασικά χαρακτηριστικά τους, συμπεριλαμβανομένων του παιχνιδιού τροφίμων, του διδακτικού οδηγού διατροφής, του ανιχνευτή συνηθειών ή άλλων [Mar+22] τόνισαν ότι η παρακολούθηση της διαίτας και η εκπαίδευση ήταν οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες λειτουργίες στις εφαρμογές διατροφής και διατροφής [Mar+22]. Οι [BQH21] διαπίστωσαν ότι οι περισσότερες εφαρμογές διατροφής διαθέτουν πληθώρα λειτουργιών αφιερωμένων στη διατροφική πρόσληψη, την ανθρωπομετρική και την παρακολούθηση της σωματικής δραστηριότητας, ενώ παράλληλα στερούνται αξιοσημείωτα λειτουργιών περιεχομένου αλλαγής συμπεριφοράς [BQH21]. Οι [CCW21] ανέφεραν ότι η παρακολούθηση της διατροφής και η εκπαίδευση ήταν τα πιο κοινά χαρακτηριστικά στις εφαρμογές διατροφής και διατροφής [CCW21]. Η μελέτη των [FCM20] τόνισε ότι οι τρέχουσες εφαρμογές παρακολούθησης της διατροφής χρησιμοποιούν παραδοσιακές μεθόδους για την αναγνώριση των τροφίμων, με αλγορίθμους που βασίζονται στην ταξινόμηση, με τη χρήση συνελκτικών νευρωνικών δικτύων (CNN) [FCM20]. υπογράμμισε την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών διατροφής στην αλλαγή της διατροφικής συμπεριφοράς και των παραγόντων κινδύνου για την υγεία που σχετίζονται με τη διατροφή. Οι [Kön+21] [Zar+20] πρότειναν ότι ο συν-σχεδιασμός εφαρμογών με τελικούς χρήστες, προγραμματιστές και εμπειρογνώμονες σε θέματα διατροφής και η προσθήκη αξιόπιστων πληροφοριών, διαδραστικότητας και χαρακτηριστικών θα μπορούσαν να ενισχύσουν τις δυνατότητες των εφαρμογών προώθησης της διατροφής για τη βελτίωση της διατροφής των παιδιών [Zar+20].

Επιπλέον, οι [Li+19] τόνισαν την ανάγκη ανάπτυξης εφαρμογών που σχετίζονται με τη διατροφή με τεκμηριωμένες διατροφικές γνώσεις, ολοκληρωμένη και εξατομικευμένη διατροφική καθοδήγηση και καινοτόμο τεχνολογία [Li+19]. Οι εφαρμογές που σχετίζονται με τη διατροφή είναι εργαλεία συλλογής πληροφοριών που θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε δημόσιες καντίνες και σχολεία για την παρακολούθηση της διατροφικής συμπεριφοράς.

Επίσης, διεξάχθηκε πιλοτική μελέτη σχετικά με τις μετρήσεις ευχρηστίας και τις εμπειρίες των χρηστών ενός εργαλείου εξατομικευμένης διατροφής (eNutri) στη Γερμανία, το οποίο παρέχει διαδικτυακές αυτοματοποιημένες εξατομικευμένες διατροφικές συμβουλές με βάση διατροφικές πληροφορίες που καταγράφονται μέσω ενός ολοκληρωμένου και επικυρωμένου ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ) [Kai+22].



Εικόνα 4. Στιγμιότυπα οθόνης της εφαρμογής FoodFlip© για κάθε ένα από τα ερμηνευτικά συστήματα διατροφικής αξιολόγησης (INRS): α Ετικέτα με φωτεινό σηματοδότη, β Ετικέτα προειδοποίησης "Υψηλή περιεκτικότητα σε", γ Βαθμολόγηση με αστέρια και δ Χωρίς μπροστινό μέρος της συσκευασίας (Πίνακας διατροφικών στοιχείων (NFt) (Ελεγχος- χωρίς τη δυνατότητα σύγκρισης υγιεινών χαρακτηριστικών)).

3.2 Ανασκόπηση των δημοφιλών εφαρμογών διατροφής και των χαρακτηριστικών τους

Η ολοκληρωμένη εξέταση των διαδεδομένων εφαρμογών διατροφής και των πολύπλευρων λειτουργιών τους, αποτελεί απαραίτητο εγχείρημα στο σύγχρονο τοπίο των ψηφιακών παρεμβάσεων για την υγεία. Οι εφαρμογές αυτές, που αποτελούν εμβληματική εικόνα της συμβιωτικής σύντηξης μεταξύ της τεχνολογικής καινοτομίας και της επιστήμης της διατροφής, παρουσιάζουν ένα ποικίλο εύρος χαρακτηριστικών που έχουν δημιουργηθεί λεπτομερώς για να ανταποκρίνονται σε μια πληθώρα απαιτήσεων και προτιμήσεων των χρηστών. Από τις θεμελιώδεις δυνατότητες παρακολούθησης θερμίδων και καταγραφής γευμάτων που προσφέρουν δημοφιλείς εφαρμογές όπως το MyFitnessPal και το Lifesum έως εξελιγμένες λειτουργίες όπως ο εξατομικευμένος προγραμματισμός γευμάτων, η εξαντλητική ανάλυση θρεπτικών συστατικών και η απρόσκοπτη ενσωμάτωση με φορητές βιομετρικές συσκευές που βρίσκονται σε πλατφόρμες όπως το NutriNo, οι εφαρμογές αυτές αποτελούν την επιτομή της εξελικτικής πορείας των ψηφιακών εργαλείων στην προώθηση της διατροφικής παρακολούθησης και βελτιστοποίησης. Μέσω της σχολαστικής εξέτασης αυτών των χαρακτηριστικών και των υποκείμενων αλγορίθμων τους, οι ερευνητές αποκτούν βαθιά γνώση της περίπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ τεχνολογίας και διατροφής. Αυτή η βαθύτερη κατανόηση όχι μόνο διευκολύνει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με την επιλογή και τη χρήση ψηφιακών παρεμβάσεων για την υγεία, αλλά χρησιμεύει επίσης ως καταλύτης για συνεχή καινοτομία και βελτίωση στον τομέα. Επιπλέον, τέτοιες αναλύσεις φωτίζουν τις αναδυόμενες τάσεις, εντοπίζουν τομείς για περαιτέρω διερεύνηση και ενισχύουν τη διεπιστημονική συνεργασία, προωθώντας έτσι τη συζήτηση γύρω από τις ψηφιακές παρεμβάσεις υγείας σε νέα ύψη διερεύνησης και εφαρμογής, συμβάλλοντας τελικά στην προώθηση των αποτελεσμάτων της δημόσιας υγείας στην ψηφιακή εποχή.

Αυτή η ολοκληρωμένη διερεύνηση των εφαρμογών διατροφής όχι μόνο εμπλουτίζει την κατανόηση της αποτελεσματικότητας και της χρηστικότητας των ψηφιακών παρεμβάσεων, αλλά και αναδεικνύει τον δυνητικό κοινωνικό αντίκτυπό τους. Αναλύοντας τους υποκείμενους μηχανισμούς που οδηγούν αυτές τις εφαρμογές, οι ερευνητές αποκτούν γνώσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογικές εξελίξεις διασταυρώνονται με τη συμπεριφορά των χρηστών, τις διατροφικές συνήθειες και τα αποτελέσματα της υγείας. Αυτή η διαφοροποιημένη κατανόηση είναι απαραίτητη για την προσαρμογή των παρεμβάσεων ώστε να ανταποκρίνονται στις ποικίλες ανάγκες των ατόμων και των πληθυσμών, μεγιστοποιώντας έτσι την αποτελεσματικότητα και τη σημασία τους σε πραγματικές συνθήκες. Εντοπίζοντας κενά στη γνώση και τομείς προς βελτίωση, τέτοιες ανα-



Εικόνα 5. Οι δημοφιλέστερες εφαρμογές διατροφής τον Ιούλιο του 2021

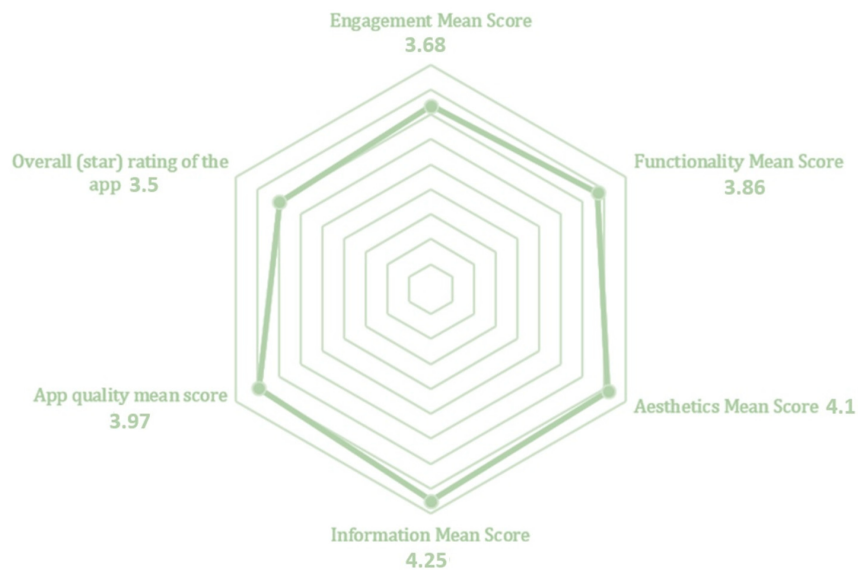
λύσεις ανοίγουν το δρόμο για μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες και καινοτομίες στον τομέα της ψηφιακής υγείας.

3.3 Ανάλυση των προτιμήσεων και της εμπλοκής των χρηστών με εφαρμογές διατροφής.

Η εμπλοκή των χρηστών με τις εφαρμογές διατροφής αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την αποτελεσματικότητά τους. Οι έρευνες δείχνουν ότι ο συν-σχεδιασμός εφαρμογών με τελικούς χρήστες, προγραμματιστές και ειδικούς σε θέματα διατροφής και η προσθήκη αξιόπιστων πληροφοριών, διαδραστικότητας και χαρακτηριστικών μπορεί να αυξήσει τη διαρκή εμπλοκή με τις εφαρμογές προώθησης της διατροφής [Zar+20]. Η ευχρηστία επισημαίνεται επίσης ως σημαντικός παράγοντας για τη διαρκή εμπλοκή με τις εφαρμογές διατροφής. Επιπλέον, η ποιότητα των εφαρμογών όσον αφορά τη λειτουργικότητα και τις πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας, καθώς επηρεάζει τη δέσμευση των χρηστών. Επιπλέον, ποιοτικές εργασίες υποδεικνύουν ότι η αίσθηση προσωπικής αυτονομίας είναι αναπόσπαστο στοιχείο της εμπλοκής των καταναλωτών με τις εφαρμογές υγείας και διατροφής.

Επιπλέον, το περιεχόμενο και η ποιότητα των κινητών εφαρμογών για παιδιά με θέμα τη διατροφή παίζουν σημαντικό ρόλο στη δέσμευση, με τους οδηγούς διατροφής να είναι πιο πιθανό να είναι εκπαιδευτικοί και να περιέχουν ενημερωτικό περιεχόμενο για την υγιεινή διατροφή, αν και σημείωσαν χαμηλότερη βαθμολογία στη δέσμευση [Bro+22]. Η εννοιολόγηση και η μέτρηση της εμπλοκής των χρηστών με εφαρμογές υγείας δεν έχουν λάβει αρκετή προσοχή, γεγονός που υποδηλώνει ένα κενό στην κατανόηση της εμπλοκής των χρηστών με εφαρμογές διατροφής. Τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών διατροφής, όπως οι εκτεταμένες και ελκυστικές λειτουργίες παρακολούθησης τροφίμων, παίζουν ρόλο στις προτιμήσεις και τη δέσμευση των χρηστών [Kön+20]. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι κινητές εφαρμογές διατροφής έχουν μεγάλες δυνατότητες στη διατροφική έρευνα και στην ανάπτυξη διατροφικών παρεμβάσεων.

Η αντιλαμβανόμενη αποτελεσματικότητα του περιεχομένου και της ταχύτητας εξέλιξης της εφαρμογής έχει θετική επίδραση στη δέσμευση της εφαρμογής, με τη διαμεσολάβηση της ταυτότητας της εφαρμογής, η οποία συνδέει τους δυναμικούς παράγοντες με τη δέσμευση της εφαρμογής. Οι κοινωνικοί παράγοντες και οι παράγοντες που σχετίζονται με την εφαρμογή, όπως η σύσταση του γιατρού και η ενσωμάτωση της εφαρμογής, είναι επίσης σημαντικοί για την εμπλοκή των



Εικόνα 6. Μέση βαθμολογία για κάθε ενότητα και αντίληψη των χρηστών του ερωτηματολογίου uMARS στην εφαρμογή διατροφής Stance4Health

1

ασθενών με την mHealth και τον αντίκτυπο στην ευημερία τους.

¹To STANCE4HEALTH - Smart Technologies for personalised Nutrition and Consumer Engagement είναι ένα έργο που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας "Ορίζοντας 2020" της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο της συμφωνίας επιχορήγησης αριθ. 816303.

Κεφάλαιο 4

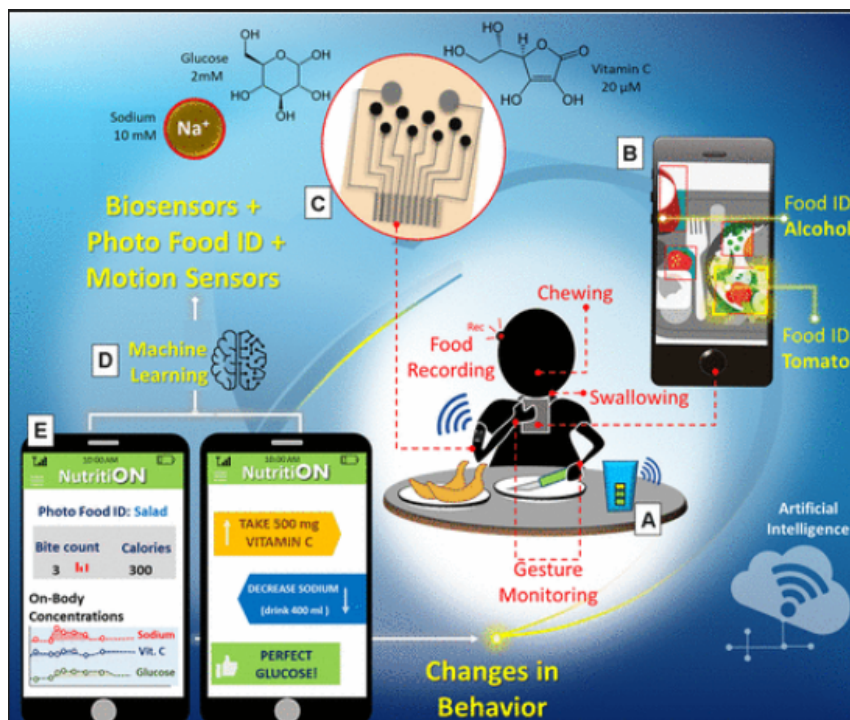
Μέθοδοι συλλογής και προεπεξεργασίας δεδομένων

4.1 Επισκόπηση των πηγών δεδομένων που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές διατροφής (εισαγωγή δεδομένων από τον χρήστη, βάσεις δεδομένων τροφίμων, wearables κ.λπ.)

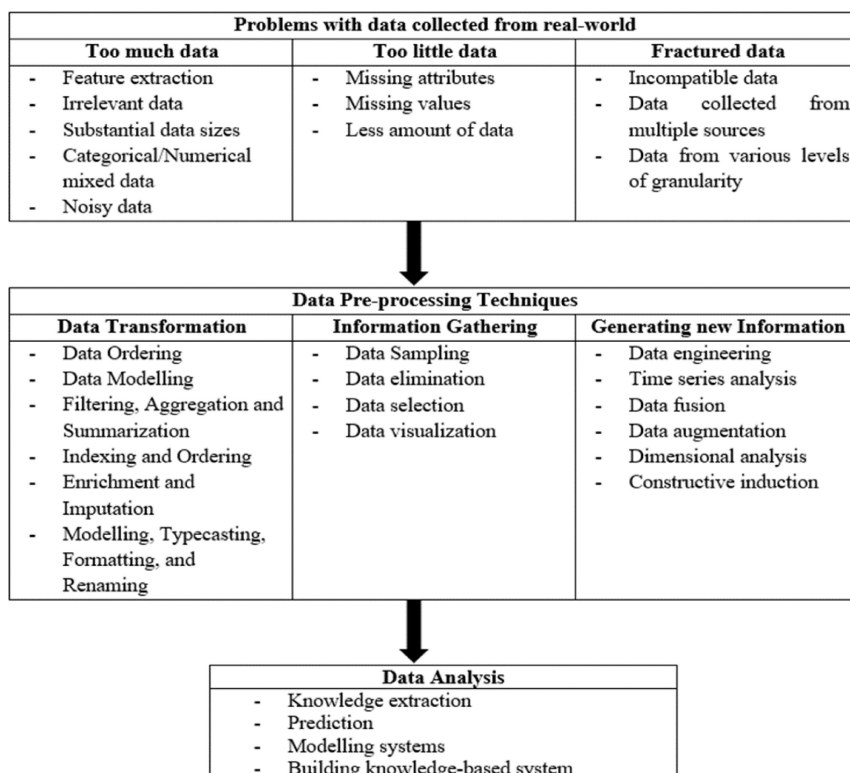
Οι εφαρμογές διατροφής χρησιμοποιούν διάφορες πηγές δεδομένων για να παρέχουν ολοκληρωμένες πληροφορίες και υποστήριξη στους χρήστες. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν βάσεις δεδομένων τροφίμων, φορητές συσκευές και δεδομένα που εισάγονται από τους χρήστες. Η ποιότητα και η ρύθμιση των διατροφικών πληροφοριών εντός αυτών των εφαρμογών έχει διαπιστωθεί ότι είναι ανεπαρκής, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για βελτιωμένα πρότυπα και εποπτεία [Bro+19]. Η ποιότητα των δεδομένων των υποκείμενων βάσεων δεδομένων στις εφαρμογές διατροφής είναι ζωτικής σημασίας, καθώς μπορεί να ανοίξει χώρο για ανθρώπινα λάθη, επιτρέποντας στους χρήστες να προσθέτουν τις δικές τους καταχωρήσεις [Kön+21]. Οι φορητοί και κινητοί αισθητήρες έχουν επίσης αναγνωριστεί ως σημαντικά εργαλεία για την εξατομικευμένη διατροφή, αν και υπάρχουν περιορισμοί στην παρακολούθηση της διατροφής σε μοριακό επίπεδο [Sem+21].

Οι βάσεις δεδομένων σύνθεσης τροφίμων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις εφαρμογές διατροφής, καθώς χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της πρόσληψης τροφής και την παροχή ακριβών διατροφικών πληροφοριών στους χρήστες. Η αξιολόγηση της λειτουργικότητας και της ποιότητας των κινητών εφαρμογών που σχετίζονται με τη διατροφή έδειξε ότι ο σχεδιασμός των εφαρμογών και οι λειτουργίες της αγοράς, συμπεριλαμβανομένων των κινήτρων, είναι σημαντικές για την παρακίνηση και τη δέσμευση των χρηστών [Li+19]. Η διαθεσιμότητα των λειτουργιών στις εφαρμογές διατροφής, όπως η παρακολούθηση της διαιτητικής πρόσληψης και το περιεχόμενο αλλαγής συμπεριφοράς, έχει βρεθεί ότι διαφέρει μεταξύ των δωρεάν και των επί πληρωμή εκδόσεων δημοφιλών εφαρμογών [BQH21].

Οι απόψεις των επαγγελματιών υγείας σχετικά με τις εφαρμογές διατροφής και δίαιτας είναι επίσης ζωτικής σημασίας, καθώς παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη χρηστικότητα και την αποτελεσματικότητα αυτών των εφαρμογών στην υποστήριξη της εξατομικευμένης διατροφικής φροντίδας [Vas+20]. Συνολικά, η ενσωμάτωση ποικίλων πηγών δεδομένων, σε συνδυασμό με την εστίαση στην ποιότητα των δεδομένων, τη ρύθμιση και τη δέσμευση των χρηστών, είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και τη βελτίωση των εφαρμογών διατροφής.



Εικόνα 7. Σχηματική απεικόνιση ενός συστήματος δικτύου διατροφής που χρησιμοποιεί ολοκληρωμένους αισθητήρες χημικών ουσιών, κίνησης και ψηφιακής διατροφής. (Α) Έξυπνα τραπέζια και αισθητήρες μιας χρήσης ενσωματωμένοι στη συσκευασία τροφίμων και στα ποτήρια κατανάλωσης. (Β) Έξυπνα γυαλιά για φωτογραφική ταυτοποίηση τροφίμων. (C) Φορητοί χημικοί αισθητήρες. (D) Προηγμένο εργαλείο ανάλυσης μεγάλων δεδομένων, όπως η τεχνητή νοημοσύνη. (E) Έγκαιρη ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο που περιλαμβάνει διατροφική κατάσταση και συμβουλές.



Εικόνα 8. Προβλήματα με δεδομένα που συλλέγονται από τον πραγματικό κόσμο

4.2 Συζήτηση σχετικά με τις τεχνικές προεπεξεργασίας δεδομένων (καθαρισμός, κανονικοποίηση, εξαγωγή χαρακτηριστικών κ.λπ.).

Η προεπεξεργασία δεδομένων είναι ένα κρίσιμο βήμα στην ανάλυση δεδομένων και τη μηχανική μάθηση, που περιλαμβάνει διάφορες τεχνικές όπως ο καθαρισμός, η κανονικοποίηση και η εξαγωγή χαρακτηριστικών. Το στάδιο της προεπεξεργασίας περιλαμβάνει τον καθαρισμό, το μετασχηματισμό και τη διακριτοποίηση των δεδομένων με τη χρήση διαφόρων τεχνικών [Ero+22]. Αυτό περιλαμβάνει την αφαίρεση θορυβωδών δεδομένων¹, τη μετατροπή μορφών δεδομένων και την προσθήκη πρόσθετων πληροφοριών για την ενίσχυση της απόδοσης του αλγορίθμου. Επιπλέον, η προεπεξεργασία δεδομένων είναι απαραίτητη για τα σύνολα ιατρικών δεδομένων λόγω των διαφορετικών ιδιοτήτων τους και αποτελεί σημαντικό βήμα στην εξόρυξη δεδομένων (data mining). [Ero+22]

Στον τομέα της εξόρυξης διαδικασιών, οι τεχνικές που βασίζονται στον χρόνο έχουν επιδείξει ανώτερα αποτελέσματα στην προεπεξεργασία δεδομένων. Επιπλέον, στον αγωγό ανάλυσης φασματοσκοπικών δεδομένων, η προεπεξεργασία θεωρείται κρίσιμη. Οι τεχνικές προεπεξεργασίας για την ανάλυση συναισθήματος περιλαμβάνουν τον καθαρισμό και την κανονικοποίηση των δεδομένων, καθώς και τον χειρισμό της άρνησης και της εντατικοποίησης για τη βελτίωση της απόδοσης. Επιπλέον, στον τομέα της κυβερνοασφάλειας, οι τεχνικές προεπεξεργασίας αξιολογούνται με τη χρήση κλιμάκων και συναρτήσεων κανονικοποίησης. Η επιλογή χαρακτηριστικών και η διακριτοποίηση επισημαίνονται ως βασικές τεχνικές προεπεξεργασίας για έργα μεγάλων δεδομένων.

Στο πλαίσιο της ταξινόμησης ασθενειών με τη χρήση νευρωνικών δικτύων συνελκτικού τύ-

¹ Τα θορυβώδη δεδομένα (noisy data) είναι ένα σύνολο δεδομένων που περιέχει επιπλέον δεδομένα χωρίς νόημα. Σχεδόν όλα τα σύνολα δεδομένων περιέχουν κάποια ποσότητα ανεπιθύμητου θορύβου. Τα θορυβώδη δεδομένα μπορούν να φιλτραριστούν και να υποστούν επεξεργασία σε ένα σύνολο δεδομένων υψηλότερης ποιότητας.

που, προτείνονται τεχνικές προεπεξεργασίας, όπως η προεπεξεργασία Graham, για την ενίσχυση της ακρίβειας ταξινόμησης και τον μετριασμό της υπερπροσαρμογής. Ομοίως, στον τομέα της προεπεξεργασίας δεδομένων για τον καρκίνο του μαστού, μελετάται ένα ευρύ φάσμα μεθόδων προεπεξεργασίας και προετοιμασίας δεδομένων για την επίτευξη κατάλληλων αποτελεσμάτων ταξινόμησης. Επιπλέον, παρέχεται μια συστηματική περίληψη των τεχνικών καθαρισμού δεδομένων για δεδομένα IoT², τονίζοντας τη σημασία του καθαρισμού δεδομένων σε εφαρμογές IoT. [Din+22]

Η σημασία του καθαρισμού δεδομένων υπογραμμίζεται σε διάφορους τομείς, όπως τα δεδομένα έξυπνων δικτύων, όπου χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι για τη δημιουργία μοντέλων κατανομής πιθανοτήτων για την εξάλειψη των μη φυσιολογικών δεδομένων. Ωστόσο, υπάρχουν προκλήσεις όσον αφορά τη διασφάλιση ότι η ποιότητα και η ποσότητα των χαρακτηριστικών που εξάγονται ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των πρακτικών εφαρμογών. Η εξαγωγή χαρακτηριστικών αποτελεί κεντρική πτυχή της διαδικασίας μείωσης της διαστατικότητας, συμβάλλοντας στη διαίρεση και τη μείωση των ακατέργαστων δεδομένων σε πιο διαχειρίσιμες ομάδες. Στο πεδίο του καθαρισμού δεδομένων εικόνας, τονίζεται η αναγκαιότητα καθαρών συνόλων δεδομένων για την εκπαίδευση μοντέλων, αν και με υπολογιστικές προκλήσεις.

4.3 Εξέταση της ιδιωτικής ζωής και των ηθικών επιπτώσεων στη συλλογή δεδομένων

Όπως είναι γνωστό η ευρεία διαθεσιμότητα της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης έχει επεκταθεί στον τομέα της δημιουργίας εφαρμογών διατροφής. Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση προσφέρουν προσιτούς αλγόριθμους για την καλυτέρευση των εφαρμογών. Ωστόσο, η υψηλή προσβασιμότητα των μοντέλων Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης μέσω προγραμμάτων χαμηλών προγραμματιστηριακών απαιτήσεων διαφεύδει την πολυπλοκότητά τους, η οποία, όταν παραβλέπεται, μπορεί να οδηγήσει σε μυριάδες απρόβλεπτα ηθικά προβλήματα που παραβιάζουν τις δημοσιευμένες αρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης. Συχνά δεν υπάρχουν τυποποιημένες διαδικασίες για την κατάλληλη εφαρμογή των μοντέλων Μηχανικής Μάθησης. Παραπλανητικά απλές ερωτήσεις, όπως το αν το μέγεθος του δείγματος είναι επαρκές για την προσαρμογή του μοντέλου, συχνά απαιτούν επαναληπτική αξιολόγηση από τον μοντελοποιητή, η οποία δεν μπορεί να ενσωματωθεί σε τυποποιημένο λογισμικό. Η αποτυχία να ακολουθηθεί μια στοχαστική προσέγγιση της μοντελοποίησης της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα και μεροληπτικά συμπεράσματα που μπορεί να έχουν επιζήμια αποτελέσματα.

Ένα ζήτημα που σπάνια αντιμετωπίζεται είναι η υπευθυνότητα των καταναλωτών της Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης όσον αφορά την παιδεία στα δεδομένα. Λόγω της αυξανόμενης εξάρτησής μας από την Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση στη διατροφή, ένα ορισμένο επίπεδο παιδείας δεδομένων και προτύπων δεδομένων πρέπει να υιοθετηθεί από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στον τομέα της διατροφής. Μια κρίσιμη συνιστώσα του αλφαριθμητισμού δεδομένων είναι ο σωστός προσδιορισμός μιας ερώτησης με βάση τα δεδομένα και η ανάλυση του κατά πόσον η ερώτηση μπορεί να απαντηθεί μέσω περιγραφικής ανάλυσης, διαγνωστικής ανάλυσης ή προγνωστικής ανάλυσης. Περαιτέρω, καθώς οι επαγγελματίες αυξάνουν την παιδεία τους στα δεδομένα, είναι σε καλύτερη θέση να συνδυάσουν τις τεχνικές που αναφέρονται παραπάνω. Πράγματι, πολλές από τις μεθόδους που εμπίπτουν στην Τεχνητή Νοημοσύνη και Μηχανική Μάθηση είναι ποικίλες και απαιτούν εξειδικευμένη κατάρτιση. Ακόμη και οι εκπαιδευμένοι μαθηματικοί μοντελοποιητές δεν μπορούν να είναι ειδικοί σε όλες τις πιθανές μεθόδους και τομείς - όπως

²Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) είναι η διασύνδεση φυσικών συσκευών, οχημάτων (που ονομάζονται επίσης "συνδεδεμένες συσκευές" και "έξυπνες συσκευές"), κτιρίων και άλλων αντικειμένων, τα οποία είναι εξοπλισμένα με ηλεκτρονικά συστήματα, λογισμικό, αισθητήρες, ενεργοποιητές και δικτυακή συνδεσιμότητα, επιτρέποντάς τους να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα.

| |
|--|
| Γενικές ηθικές πτυχές σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη. |
| Η τεχνητή νοημοσύνη πρέπει να συμβάλλει στην κοινωνία και στην ανθρώπινη ευημερία. |
| Η τεχνητή νοημοσύνη δεν πρέπει να βλάπτει. |
| Οι επαγγελματίες της τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να είναι ειλικρινείς και αξιόπιστοι. |
| Τα άτομα που ασχολούνται με την Τεχνητή Νοημοσύνη πρέπει να είναι δίκαια και να μην κάνουν διακρίσεις |
| Τα άτομα που ασχολούνται με την Τεχνητή Νοημοσύνη θα πρέπει να σέβονται την εργασία που απαιτείται για την παραγωγή νέων ιδεών, εφευρέσεων, δημιουργικών έργων και υπολογιστικών τεχνουργημάτων. |
| Η ιδιωτικότητα και η εμπιστευτικότητα πρέπει να προστατεύονται |

Πίνακας 2. Πίνακας εντολών δεοντολογίας από την Ένωση για την Εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (Association for the Advancement of Artificial Intelligence)

ακριβώς και κάθε άλλος κλάδος που διασυνδέεται με τη διατροφή. Ως εκ τούτου, υποστηρίζουμε την ανάγκη για περισσότερα άρθρα όπως αυτό που παρουσιάζεται εδώ με λίστες ελέγχου και περιλήψεις που θα βοηθήσουν την ερευνητική κοινότητα της διατροφής να αντιμετωπίσει τα σωστά ερωτήματα που θα απαιτούν μοντέλα που θα είναι διαφανή, αναπαραγώγιμα και δεοντολογικά εφαρμοσμένα.

Προς το παρόν, οι παρεμβάσεις με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης παραμένουν ακόμη σε ερευνητικό επίπεδο και υπάρχει μεγάλη ανάγκη για την εφαρμογή τους τόσο σε άτομα όσο και σε πληθυσμούς. Για να φθάσουμε σε αυτό το επίπεδο, η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας της εξατομικευμένης διατροφής με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης σε σύγκριση με τη συνήθη θεραπεία χρειάζεται περαιτέρω αιτιολόγηση, ενώ τα θέματα νομοθεσίας θα πρέπει να είναι πιο σαφή. Οι χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος θα πρέπει επίσης να συμπεριληφθούν στα δεδομένα εκπαίδευσης για τη δημιουργία αλγορίθμων που επιτυγχάνουν καλά σε αυτά τα περιβάλλοντα. Επιπλέον, η δημιουργία ενός παγκόσμιου δικτύου ικανού να συμβουλευεί και να υποστηρίζει εξατομικευμένες παρεμβάσεις θα μπορούσε να είναι πολύ χρήσιμη.

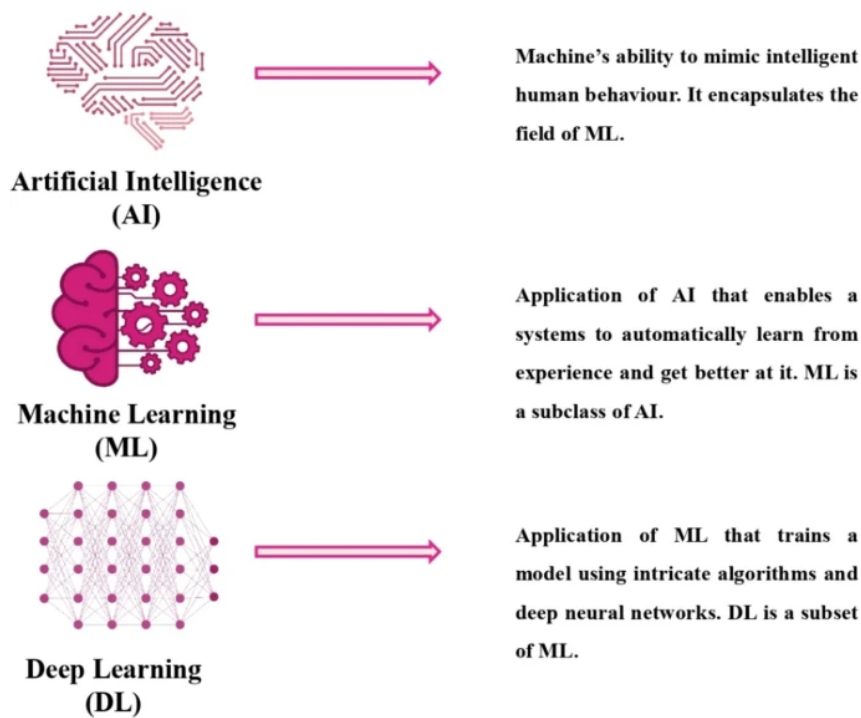
Κεφάλαιο 5

Αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης στη διατροφική ανάλυση

5.1 Επεξήγηση των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και Μηχανική Μάθησης που χρησιμοποιούνται συνήθως στη διατροφική ανάλυση (ταξινόμηση, παλινδρόμηση, ομαδοποίηση κ.λπ.).

Υπάρχουν τέσσερα είδη αλγορίθμων για την μηχανική μάθηση που χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές διατροφής. Οι αλγόριθμοι αυτοί είναι οι εξής:

- **Supervised Learning(Μάθηση με επίβλεψη):** Στην επιβλεπόμενη μάθηση, τα δεδομένα συνοδεύονται από ετικέτες που περιέχουν τις γνωστές τιμές ή κατηγορίες που πρέπει να προβλέψει ο αλγόριθμος, επιτρέποντας την αντικειμενική επαλήθευση της απόδοσης. Αυτό είναι κοινό σε μοντέλα πρόβλεψης που χρησιμοποιούν σύνολα δεδομένων με μεταβλητές υγείας και ένα αποτέλεσμα ασθένειας, όπως η πρόβλεψη καρδιαγγειακής νόσου, διαβήτη τύπου 2 (T2D) και των θρεπτικών συστατικών του πλάσματος. Επειδή οι ετικέτες των δεδομένων είναι απαραίτητες, η ανθρώπινη παρέμβαση είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με άλλους τύπους μηχανικής μάθησης, γεγονός που μπορεί να αυξήσει το κόστος και τον χρόνο.
- **Unsupervised learning(Μάθηση χωρίς επίβλεψη):** Η μάθηση χωρίς επίβλεψη πραγματοποιείται χωρίς τη χρήση ετικετών. Αντίθετα, οι αλγόριθμοι προσπαθούν να ανακαλύψουν μοτίβα στα δεδομένα και να τα διαχωρίσουν βάσει της ομοιότητάς τους. Αυτό μειώνει την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση, εξοικονομώντας χρόνο στη σχεδίαση χαρακτηριστικών και την επισήμανση. Η πιο κοινή χρήση της μάθησης χωρίς επίβλεψη είναι η ομαδοποίηση, η μείωση της διάστασης και η ανίχνευση ανωμαλιών. Αυτή η προσέγγιση έχει εφαρμοστεί ευρέως στη φαινοτυποποίηση, όπως η ομαδοποίηση ατόμων με Prurigo Nodularis (Οζώδης Κνήφη). Επίσης, η μάθηση χωρίς επίβλεψη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βήμα προεπεξεργασίας πριν από την επιβλεπόμενη μάθηση, βελτιώνοντας την ομοιογένεια των δεδομένων και την ακρίβεια των προβλέψεων, όπως στην περίπτωση πρόβλεψης του ΔΜΣ (Δείκτη Μάζας Σώματος) στις γυναίκες. Ένας άλλος ενδιαφέρων τομέας εφαρμογής είναι η δημιουργία υποθέσεων, όπου η ανίχνευση μοτίβων μπορεί να οδηγήσει στην ανακάλυψη προηγούμενων μη αναγνωρισμένων ομάδων στα δεδομένα.
- **Semi-Supervised learning(Μάθηση με ημιεπίβλεψη):** Η μάθηση με ημιεπίβλεψη βρίσκεται μεταξύ των δύο τύπων μάθησης που αναφέρθηκαν νωρίτερα, καθώς οι ετικέτες υπάρχουν μερικώς αλλά συνήθως κυρίως απουσιάζουν. Η επισήμανση ενός υποσυνόλου των



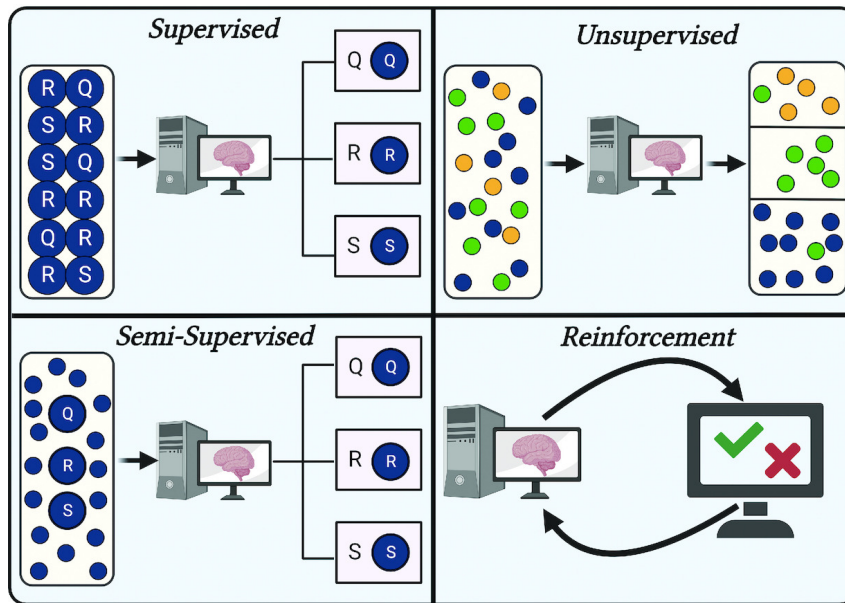
Εικόνα 9. Συνδυασμός μεταξύ Τεχνητής Νοημοσύνης, Μηχανικής Μάθησης και Βαθιάς Μάθησης

δεδομένων προσφέρει τα πλεονεκτήματα της βελτίωσης της ακρίβειας και της γενίκευσης, εξοικονομώντας ταυτόχρονα χρόνο και κόστος σε σχέση με την επισήμανση όλων των δεδομένων. Η μάθηση με ημιεπίβλεψη έχει χρησιμοποιηθεί στη μελέτη της επίδρασης των γονιδίων στην έκβαση της νόσου όταν τα ετικετοποιημένα δεδομένα είναι περιορισμένα. Ένα παράδειγμα είναι η ομαδοποίηση με περιορισμούς, η οποία απαιτεί συγκεκριμένα κριτήρια κατά το σχηματισμό των ομάδων, όπως να ανήκουν συγκεκριμένα δεδομένα στην ίδια ή σε διαφορετική ομάδα. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή ζητημάτων που προκύπτουν από τη μη επιβλεπόμενη μάθηση σε βιολογικά ή υγειονομικά δεδομένα, όπως η λανθασμένη ομαδοποίηση δεδομένων από διαφορετικά βιολογικά φύλα. Παρόλα αυτά, τέτοια ευρήματα μπορεί να προσφέρουν ενδιαφέρουσες πληροφορίες και η προσθήκη περιορισμών μπορεί να τις αποκρύψει.

- **Reinforcement Learning(Ενισχυτική μάθηση):** Στην ενισχυτική μάθηση, ο αλγόριθμος λειτουργεί σε ένα δυναμικό περιβάλλον και τιμωρείται ή ανταμείβεται για τις αποφάσεις που λαμβάνει εντός αυτού του περιβάλλοντος. Ο αλγόριθμος προσαρμόζει τη συμπεριφορά του για να μεγιστοποιήσει την ανταμοιβή, να ελαχιστοποιήσει την τιμωρία ή και τα δύο. Αυτό επιτρέπει στον αλγόριθμο να μάθει να εκτελεί μια εργασία χωρίς να χρειάζεται να προγραμματιστεί ρητά για συγκεκριμένες συμπεριφορές. Ένα γνωστό παράδειγμα ενισχυτικής μάθησης είναι το Alpha Go Zero, το οποίο πέτυχε υπεράνθρωπες επιδόσεις στο παιχνίδι Go (Weiqi) παίζοντας μόνο του για λίγες ώρες. Η πολυπλοκότητα της ενισχυτικής μάθησης την περιορίζει στη χρήση απλών εργασιών ταξινόμησης ή παλινδρόμησης, ενώ αντίθετα χρησιμοποιείται σε σύνθετα και ποικίλα δεδομένα, όπως σε συστήματα συστάσεων ή εφαρμογές γυμναστικής για κινητά τηλέφωνα.

Υπάρχουν όμως και άλλοι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται σε συστήματα μηχανικής μάθησης αλλά και τεχνητής νοημοσύνης σε σχέση με εφαρμογές διατροφής. Θα αναλυθούν παρακάτω.

Regression(παλινδρόμηση): Η παλινδρόμηση περιλαμβάνει την πρόβλεψη μιας συνεχούς μεταβλητής βάσει μίας ή περισσότερων μεταβλητών εισόδου. Στην περίπτωση της γραμμικής πα-



Εικόνα 10. Τέσσερις τύποι μηχανικής μάθησης. Στην επιβλεπόμενη μάθηση, παρέχονται ετικέτες στα δεδομένα για την αντικειμενική αξιολόγηση της απόδοσης του αλγορίθμου, ενώ στην μη επιβλεπόμενη μάθηση, ο αλγόριθμος χωρίζει τα δεδομένα με βάση την ομοιότητα. Στην ημι-επιβλεπόμενη μάθηση, μόνο ένα μέρος των δεδομένων συνοδεύεται από ετικέτες, αν και όλα τα δεδομένα τελικά ταξινομούνται. Η ενισχυτική μάθηση χρησιμοποιεί ποινές και ανταμοιβές σε ένα δυναμικό περιβάλλον για την εκπαίδευση του αλγορίθμου.

λινδρόμησης, υποτίθεται ότι υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών εισόδου και της εξαρτημένης μεταβλητής, ενώ στη μη γραμμική παλινδρόμηση οι σχέσεις μπορεί να είναι πιο πολύπλοκες. Εκτός από τη βασική γραμμική παλινδρόμηση και τις παραλλαγές της (π.χ. Ridge, Lasso), μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πιο σύνθετοι αλγόριθμοι, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων που συνδέονται συχνότερα με την ταξινόμηση, όπως το τυχαίο δάσος (RF) και οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (SVM).

Classification(ταξινόμηση): Οι εργασίες ταξινόμησης αποσκοπούν στην πρόβλεψη των ετικετών κλάσης των δεδομένων με βάση τις ανεξάρτητες μεταβλητές τους. Τα δεδομένα της ίδιας κλάσης θα έχουν πιθανότατα παρόμοια χαρακτηριστικά, τουλάχιστον για τις μεταβλητές που συμβάλλουν περισσότερο στην απόφαση ταξινόμησης - αυτό αποτελεί τη βάση για το πώς ένας αλγόριθμος μαθαίνει να αποδίδει κλάσεις σε ένα σημείο δεδομένων. Στη δυαδική ταξινόμηση, υπάρχουν μόνο δύο ετικέτες, ενώ στην ταξινόμηση πολλαπλών κλάσεων, μπορεί να υπάρχουν πολλές.

Παραδείγματα χρήσης της ταξινόμησης περιλαμβάνουν την πρόβλεψη της προσκόλλησης σε προγράμματα άσκησης και την αναγνώριση τροφίμων βάσει εικόνας για την παρακολούθηση της διαιτητικής πρόσληψης. Η ταξινόμηση παρουσιάζει σημαντική επικάλυψη με την παλινδρόμηση, δεδομένου ότι συχνά ένα πρόβλημα παλινδρόμησης μπορεί να μετατραπεί σε έργο ταξινόμησης με μικρές μόνο τροποποιήσεις και το αντίστροφο. Αυτό αντικατοπτρίζεται στους αλγορίθμους που μπορούν να κάνουν και τα δύο, όπως οι SVM, RF, δέντρα απόφασης και kNN.

Clustering (ομαδοποίηση): Παρόμοια με την ταξινόμηση, οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στην ομαδοποίηση διαχωρίζουν τα δεδομένα με βάση κοινά χαρακτηριστικά, αλλά η ομαδοποίηση είναι μη επιβλεπόμενη, δηλαδή δεν υπάρχουν προκαθορισμένες ετικέτες ή βασικές αλήθειες που να καθορίζουν σε ποιες κατηγορίες ανήκουν τα σημεία δεδομένων. Στόχος της ομαδοποίησης είναι να δημιουργηθούν ομάδες που είναι πιο ομοιογενείς από το σύνολο των δεδομένων. Λόγω της μη επιβλεπόμενης φύσης της, η ομαδοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε νέες ανακαλύψεις και υποθέσεις χωρίς προκαταλήψεις.

Μια δημοφιλής εφαρμογή της ομαδοποίησης στην έρευνα για τη διατροφή και την υγεία είναι η φαινοτυποποίηση ατόμων με βάση κοινά χαρακτηριστικά, όπως τα προφίλ μικροβιώματος ή τα μοτίβα δραστηριότητας. Ο πιο διαδεδομένος αλγόριθμος για την ομαδοποίηση είναι ο k-means (για αριθμητικά δεδομένα), με παραλλαγές όπως ο k-modes (για κατηγορικά δεδομένα) και ο k-prototypes (για μικτά δεδομένα). Άλλοι αλγόριθμοι περιλαμβάνουν τη χωρική ομαδοποίηση με βάση την πυκνότητα και την ομαδοποίηση με μετατόπιση του μέσου όρου.

Recommendation(Σύσταση): Τα συστήματα συστάσεων χρησιμοποιούν δεδομένα για να προτείνουν επιλογές ή αποφάσεις και έχουν εφαρμοστεί στη διατροφή για να προτείνουν γεύματα που βοηθούν στη διαχείριση χρόνιων ασθενειών. Μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες όπως το συνεργατικό φιλτράρισμα, το βασισμένο στο περιεχόμενο και το βασισμένο στη δημοτικότητα, καθώς και σε υβριδικούς συνδυασμούς τους. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι πολύπλοκα και να απαιτούν την ενσωμάτωση πολλών στοιχείων, όπως διάφορες εργασίες και αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Για παράδειγμα, μια μέθοδος σύστασης μπορεί να ομαδοποιεί άτομα με βάση την κατάσταση χρόνιων ασθενειών, να προτείνει κατάλληλα τρόφιμα για κάθε ομάδα και να λαμβάνει υπόψη τις προτιμήσεις του ατόμου και σε γενικό επίπεδο. Εξαιτίας της πολυπλοκότητάς τους και της ανάγκης για επεξεργασία πολλαπλών δεδομένων, συχνά χρησιμοποιούν βαθιά νευρωνικά δίκτυα.

5.2 Συζήτηση σχετικά με τα κριτήρια επιλογής αλγορίθμων με βάση τις απαιτήσεις της εφαρμογής

Για την επιλογή ενός αλγορίθμου για εφαρμογές διατροφής, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις της εφαρμογής και οι προτιμήσεις του χρήστη. Οι [Vas+21] διαπίστωσαν ότι τα πιο συχνά επιλεγμένα κριτήρια για την επιλογή μιας εφαρμογής διατροφής και δίαιτας ήταν η ευκολία χρήσης, η έλλειψη κόστους, η αυτόματη εκτίμηση της ενέργειας, η αυτόματη εκτίμηση των θρεπτικών συστατικών και η αυτόματη καταγραφή των τροφίμων. Οι [Sem+21] τόνισαν τη σημασία των εφαρμογών smartphone στην παρακολούθηση της υγιεινής διατροφής, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για προηγμένους αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για την υποστήριξη της πολυδιάστατης εξόρυξης δεδομένων. Επιπλέον, οι [Lim+21a] συζήτησαν την εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των εφαρμογών για κινητά και των φορητών τεχνολογιών, για τη διατροφή, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων και στη χρήση της τηλεϊατρικής για την εξ αποστάσεως αξιολόγηση της διατροφής.

Επιπροσθέτως, οι [BSR21] τόνισαν την ανάγκη για έρευνα για την αξιολόγηση της συγκρισιμότητας των εφαρμογών κινητών τηλεφώνων που σχετίζονται με τη διατροφή σε σχέση με τις μεθόδους αναφοράς, υποδεικνύοντας τη σημασία της επιλογής ακριβών αλγορίθμων. Τόνιστηκε επίσης η σημασία της αξιολόγησης των εφαρμογών παρακολούθησης της διατροφής για την κατανόηση των χαρακτηριστικών τους και της δυναμικής χρησιμότητάς τους στη διατροφική έρευνα, διευκολύνοντας την τεκμηριωμένη επιλογή εργαλείων και επιτρέποντας την ανάπτυξη και βελτίωσή τους.

Ακόμη, οι [Moo+22] τόνισαν τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, όπως το τυχαίο δάσος, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, σε διάφορες κλινικές εφαρμογές, υποδεικνύοντας τη δυναμική τους σημασία στις εφαρμογές διατροφής. Επιπλέον, οι [Son+22] εξέτασαν πολλαπλούς αλγορίθμους μηχανικής μάθησης για να προσδιορίσει την πιο αποτελεσματική μέθοδο κατάλληλη για την κλινική πρακτική, γεγονός που είναι ζωτικής σημασίας κατά την επιλογή αλγορίθμων για εφαρμογές διατροφής.

Λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των χρηστών, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι [CA19] διαπίστωσαν ότι οι εφαρμογές δεν χρησιμοποιούνται επαρκώς από τους διαιτολόγους στη φροντίδα των ασθενών, γεγονός που υποδεικνύει την ανάγκη για αλγόριθμους που είναι φιλικόι προς το χρήστη και μπορούν να ενσωματωθούν αποτελεσματικά στη διαιτολογική πρακτική. Επιπλέον,

οι [Hin+22] παρουσίασαν ένα εξατομικευμένο σύστημα διατροφής που βασίζεται σε μια εφαρμογή για έξυπνες συσκευές, τονίζοντας τη σημασία της προσαρμοστικότητας και του σχεδιασμού με επίκεντρο τον χρήστη στην επιλογή αλγορίθμων.

5.3 Παραδείγματα τεχνικών διατροφικής ανάλυσης με τεχνητή νοημοσύνη

Οι τεχνικές διατροφικής ανάλυσης με βάση την τεχνητή νοημοσύνη έχουν αποκτήσει εξέχουσα θέση τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας καινοτόμες λύσεις για την αντιμετώπιση των προκλήσεων στην αξιολόγηση της διατροφής και την εξατομικευμένη διατροφική θεραπεία. Οι τεχνικές αυτές αξιοποιούν προηγμένες τεχνολογίες όπως τα νευρωνικά δίκτυα συνελκτικής ανάλυσης και οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης [Abd+20]. Ενώ τα εργαλεία αξιολόγησης της διατροφής που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη υπόσχονται να ξεπεράσουν τους περιορισμούς που σχετίζονται με τις συμβατικές μεθόδους, όπως οι 24ωρες ανακλήσεις και τα ημερολόγια τροφίμων, δεν είναι χωρίς τους δικούς τους περιορισμούς [CL22]. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη και η βαθιά μηχανική μάθηση αξιοποιούνται για την ενημέρωση της διάγνωσης της διατροφής, με μελέτες που καταδεικνύουν τη συμβολή των διατροφικών και λιπαρών/μυϊκών δεικτών στην απόδοση πρόβλεψης των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης [Kel+20].

Στο πλαίσιο της υγειονομικής περίθαλψης, διατροφικές λύσεις με βάση την Τεχνητή Νοημοσύνη έχουν ενσωματωθεί σε ψηφιακές πλατφόρμες υγειονομικής περίθαλψης για την καταγραφή της διαιτητικής πρόσληψης, αποδεικνύοντας τη δυνατότητα βελτίωσης της διαχείρισης του διαβήτη και του γλυκαιμικού ελέγχου [Par+20]. Επιπλέον, οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης υπόσχονται την πρόβλεψη των συνδέσεων μεταξύ διατροφής και υγείας, βελτιώνοντας έτσι τη διαιτητική αξιολόγηση και μετριάζοντας τα σφάλματα αυτοαναφοράς [Vol22]. Ωστόσο, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η ακρίβεια και η συνέπεια των διατροφικών πληροφοριών που παρέχονται από την τεχνητή νοημοσύνη, όπως επισημάνθηκε σε μια διατομεακή μελέτη που συνέκρινε τις διατροφικές πληροφορίες που παράγονται από την τεχνητή νοημοσύνη με αυτές ενός διατροφολόγου [Hoa+23].

Ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική διατροφή επεκτείνεται, με την εφαρμογή της να επεκτείνεται σε διάφορους τομείς της κλινικής διατροφής, προσφέροντας ευκαιρίες για εξατομικευμένο έλεγχο, διάγνωση, πρόγνωση και ανακάλυψη φαρμάκων [Abd+22]. Επιπλέον, διερευνώνται τεχνικές με βάση την τεχνητή νοημοσύνη για τη βελτιστοποίηση της υγείας και την αντιμετώπιση συγκεκριμένων ασθενειών μέσω μεθόδων πρόβλεψης που εφαρμόζονται σε βάσεις δεδομένων σύνθεσης τροφίμων [Yor+19]. Ωστόσο, η ποιότητα της μοντελοποίησης Τεχνητής Νοημοσύνης/Μηχανικής Μάθησης στη διατροφική έρευνα απαιτεί προσεκτική εξέταση για τον μετριασμό πιθανών ηθικών προβλημάτων και προκαταλήψεων [Tho+22a].

Κεφάλαιο 6

Προκλήσεις και περιορισμοί

Οι προκλήσεις για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης σε εφαρμογές διατροφής είναι πολύπλευρες και περιλαμβάνουν ζητήματα που σχετίζονται με την ποιότητα των δεδομένων, τη ρύθμιση του περιεχομένου και την ανάγκη για πληροφορίες βασισμένες σε στοιχεία. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της ακρίβειας, της αξιοπιστίας και της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης στο πλαίσιο της διατροφής και της υγειονομικής περίθαλψης.

6.1 Προσδιορισμός των προκλήσεων κατά την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης σε εφαρμογές διατροφής (ποιότητα δεδομένων, ερμηνευσιμότητα, συμμόρφωση των χρηστών κ.λπ.)

Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης σε εφαρμογές διατροφής παρουσιάζει αρκετές προκλήσεις. Οι προκλήσεις αυτές περιλαμβάνουν την ποιότητα των δεδομένων, την ερμηνευσιμότητα και τη συμμόρφωση των χρηστών. Οι δυσκολίες στην εφαρμογή συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων στην υγειονομική περίθαλψη, τα οποία δεν περιλαμβάνουν εφαρμογές μηχανικής μάθησης, έχουν μελετηθεί επαρκώς και περιλαμβάνουν προκλήσεις που σχετίζονται με την αυτονομία, την έλλειψη χρόνου και τη δυσαρέσκεια με τις διεπαφές χρήστη [Sha+19]. Επιπλέον, η ποιότητα των διατροφικών πληροφοριών που περιέχονται στις εφαρμογές έχει διαπιστωθεί ότι είναι ανεπαρκής, γεγονός που υποδηλώνει την έλλειψη κανονισμών και περιεχομένου βασισμένου σε αποδείξεις [Bro+19]. Επιπλέον, η ανάπτυξη κατάλληλων περιγραφικών στοιχείων υλικού αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την εφαρμογή ουσιαστικής και ακριβούς τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης.

Παράλληλα, η αξιολόγηση των εφαρμογών για κινητά που σχετίζονται με τη διατροφή αποκάλυψε ότι, ενώ η ποιότητα των εφαρμογών είναι γενικά καλή, τα μηνύματα πρόληψης και ενημέρωσης σχετικά με τις διατροφικές συνήθειες δεν ελέγχονται επιστημονικά πριν από την εμπορική διάθεση [Mar+22]. Αυτή η έλλειψη επιστημονικής επαλήθευσης εγείρει ανησυχίες σχετικά με την ακρίβεια και την αξιοπιστία των διατροφικών πληροφοριών που παρέχονται σε αυτές τις εφαρμογές. Η ανασκόπηση των εφαρμογών εγκυμοσύνης ανέδειξε μεγάλη διακύμανση στην ποιότητα των διατροφικών πληροφοριών, υποδεικνύοντας ασυνέπειες στο περιεχόμενο που παρέχουν οι διάφορες εφαρμογές [Fae+22].

Επιπροσθέτως, απεικονίστηκε η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης για την αντιμετώπιση δυσεπίλυτων ασθενειών, τονίζοντας τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών στην υγειονομική περίθαλψη [Ara21]. Διαπιστώθηκε ότι η ποιότητα του διατροφικού περιεχομένου σε δημοφιλείς εφαρμογές που είναι διαθέσιμες σε άτομα με καρκίνο δεν είναι η βέλτιστη και,

σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι δυνητικά επιβλαβής, γεγονός που υποδηλώνει την ανάγκη για βελτίωση του περιεχομένου και της εποπτείας [KLQ21].

6.2 Συζήτηση σχετικά με τους περιορισμούς των σημερινών τεχνολογιών και τους πιθανούς τομείς βελτίωσης

Το σημερινό τοπίο των εφαρμογών διατροφής παρουσιάζει αρκετούς περιορισμούς που εμποδίζουν τη δυνατότητά τους να βελτιώσουν αποτελεσματικά τις διατροφικές συμπεριφορές και τα αποτελέσματα. Αυτοί οι περιορισμοί περιλαμβάνουν την έλλειψη αξιόπιστων πληροφοριών, διαδραστικότητας και διαρκούς δέσμευσης [Fal+19], καθώς και τα περιορισμένα θρεπτικά δεδομένα και τις ανακριβείς συνθέσεις θρεπτικών συστατικών στις δημοφιλείς εφαρμογές κινητών τηλεφώνων που σχετίζονται με τη διατροφή. Η ποιότητα του διατροφικού περιεχομένου σε αυτές τις εφαρμογές είναι συχνά υποβαθμισμένη, με περιορισμένη συμπερίληψη τεχνικών αλλαγής συμπεριφοράς και ανεπαρκείς διατροφικές συμβουλές, ιδίως κατά τη διάρκεια βασικών σταδίων της ζωής, όπως η εγκυμοσύνη [Bro+19][Mar+22]. Η αποτελεσματικότητα αυτών των τεχνολογιών στην υιοθέτηση της υγιεινής διατροφής είχε μικτά αποτελέσματα, υποδεικνύοντας την ανάγκη βελτίωσης [BQH21]. Παρά την αυξανόμενη χρήση των εφαρμογών διατροφής για smartphone, υπάρχει έλλειμμα στη διαθεσιμότητα των χαρακτηριστικών τους, γεγονός που πιθανώς περιορίζει τη δυνητική αποτελεσματικότητά τους [Li+19].

Για να αντιμετωπιστούν αυτοί οι περιορισμοί, είναι ζωτικής σημασίας ο συν-σχεδιασμός των εφαρμογών με τους τελικούς χρήστες, τους προγραμματιστές και τους ειδικούς σε θέματα διατροφής, ενσωματώνοντας τεκμηριωμένο περιεχόμενο και εξατομικευμένη διατροφική καθοδήγηση για τη βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών διατροφής [Fal+19][Roh+19]. Οι προσπάθειες θα πρέπει να κατευθύνονται προς την ανάπτυξη εφαρμογών με ολοκληρωμένες και αξιόπιστες διατροφικές γνώσεις, καινοτόμο τεχνολογία και διαρκή εμπλοκή των χρηστών για τη βελτίωση της διατροφικής συμπεριφοράς και των αποτελεσμάτων [Roh+19]. Είναι επίσης σημαντικό να διεξαχθούν επιστημονικές αξιολογήσεις και μελέτες αποδοχής από τους χρήστες για να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η χρηστικότητα των εφαρμογών διατροφής.

Κεφάλαιο 7

Μελλοντικές κατευθύνσεις και συστάσεις

7.1 Εξερεύνηση των αναδυόμενων τάσεων και των μελλοντικών κατευθύνσεων στην τεχνητή νοημοσύνη και της Μηχανικής Μάθησης για διατροφικές εφαρμογές

Επί του παρόντος, η νέα γενιά τεχνολογιών και εξοπλισμού αιχμής που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη εισέρχεται δυναμικά και συνεχώς ενσωματώνεται στον τομέα της διατροφής, οδηγώντας την παγκόσμια βιομηχανία διατροφής προς την κατεύθυνση της εξατομίκευσης, της ακρίβειας και της νοημοσύνης.

Στην παρούσα φάση, η επίδραση της παχυσαρκίας, των καρδιαγγειακών παθήσεων, του διαβήτη και άλλων χρόνιων ασθενειών στον πληθυσμό αυξάνεται. Η αποτελεσματική πρόληψη και θεραπεία αυτών των ασθενειών αποτελεί θέμα ευρείας ανησυχίας. Ειδικότερα, έχει αναδειχθεί η σημασία της υγιεινής διατροφής στην πρόληψη των ασθενειών μέσω της αλληλεπίδρασης του γονιδιώματος και της μηχανικής μάθησης. Επιπλέον, συνοψίστηκαν οι μεθόδους αυτόματης διατροφικής αξιολόγησης της διατροφής με βάση την όραση και έδειξαν ότι η διατροφική αξιολόγηση της διατροφής με βάση την τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να παρέχει επιστημονική και λογική παρέμβαση καθώς και καθοδήγηση σχετικά με το πώς τα άτομα μπορούν να έχουν υγιεινή διατροφή. Μεταξύ αυτών, η αξιολόγηση της διαιτητικής διατροφής με βάση την τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης διακρίνεται σε δύο προσεγγίσεις: πολλαπλών σταδίων και από άκρο σε άκρο. Στο πλαίσιο της διατροφικής αξιολόγησης πολλαπλών σταδίων, γίνεται αναφορά στον προσδιορισμό και την ακριβή μέτρηση της σύνθεσης των τροφίμων, η οποία είναι η βάση αυτής της μεθόδου. Ένα υβριδικό δίκτυο βασισμένο στο GAN (Generative Adversarial Networks - Παραγωγικά αντιθετικά δίκτυα)¹ και το CNN (Convolutional Neural Networks - Συγκεντρωτικά νευρωνικά δίκτυα)² έχει προταθεί, το οποίο μπορεί να προβλέψει τις θερμίδες των τροφίμων στο πιάτο μέσω τριών σταδίων: κατάτμησης, αναγνώρισης και επαναυπολογισμού. Αντίθετα, στο πλαίσιο αξιολόγησης της διατροφής από άκρο σε άκρο, χρησιμοποιείται ένα ενιαίο νευρωνικό δίκτυο το οποίο αντικαθιστά αυτά τα ανεξάρτητα στάδια, με στόχο τη μείωση των σφαλμάτων και τη βελτιστοποίηση της κοινής διαδρομής βελτιστοποίησης.

¹Ένα Παραγωγικό Αντιθετικό Δίκτυο (GAN) είναι μια αρχιτεκτονική βαθιάς μάθησης. Εκπαιδεύει δύο νευρωνικά δίκτυα για να ανταγωνίζονται μεταξύ τους για να δημιουργήσουν πιο αυθεντικά νέα δεδομένα από ένα δεδομένο σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης

²Ένα Συγκεντρωτικό Νευρωνικό Δίκτυο, γνωστό και ως CNN ή ConvNet, είναι μια κατηγορία νευρωνικών δικτύων που ειδικεύονται στην επεξεργασία δεδομένων που έχουν τοπολογία σαν πλέγμα, όπως μια εικόνα. Μια ψηφιακή εικόνα είναι μια δυαδική αναπαράσταση οπτικών δεδομένων. Περιέχει μια σειρά από pixel διατεταγμένα με τρόπο πλέγματος που περιέχει τιμές pixel για να υποδηλώσει πόσο φωτεινό και τι χρώμα πρέπει να είναι το κάθε pixel.

| GAN | CNN |
|--|--|
| Νευρωνικά δίκτυα τροφοδότησης προς τα εμπρός με χρήση φίλτρων και συγκέντρωσης | Ανταγωνιστικά νευρωνικά δίκτυα (γεννήτρια και διαχωριστής) δημιουργούν και διακρίνουν |
| Χρησιμοποιείται για την αναγνώριση αντικειμένων, ήχων και χαρακτηριστικών, όπως πρόσωπα, βιομετρικά στοιχεία, ιατρικές καταστάσεις, ελαττώματα. Ιδανικό επίσης για την ερμηνεία εικόνων, ομιλίας και άλλων ηχητικών σημάτων | Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ρεαλιστικών ανθρώπων, αντικειμένων, ήχων και χαρακτηριστικών |
| Εκπαιδεύονται χρησιμοποιώντας μια εποπτευόμενη προσέγγιση εκπαίδευσης με δεδομένα εισόδου επισημασμένα για μια συγκεκριμένη έξοδο | Εκπαιδεύονται χρησιμοποιώντας μια μη επιβλεπόμενη προσέγγιση εκπαίδευσης που δεν απαιτεί τον άνθρωπο να επισημάνει τα δεδομένα |
| Η πτυχή της σπειροειδούς διάταξης του CNN εξάγει χαρακτηριστικά από εικόνες | Μια αντίστροφη συνελκτική διαδικασία, που ονομάζεται αποκωδικοποίηση, επεκτείνει τις εικόνες από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα |
| Οι περιπτώσεις χρήσης περιλαμβάνουν την ανάγνωση εγγράφων, την οπτική επιθεώρηση εξαρτημάτων μηχανών, την ακρόαση μηχανημάτων για την ανίχνευση φθοράς και την ακρόαση των συναισθημάτων των πελατών σε κλήσεις εξυπηρέτησης πελατών ή σέρβις. | Οι περιπτώσεις χρήσης περιλαμβάνουν τη δημιουργία ήχου, κειμένου και ρεαλιστικών εικόνων (π.χ. ανθρώπινα πρόσωπα) για χρήση σε εφαρμογές όπως η μεταγλώττιση ή κακόβουλα για χρήση σε deepfakes- επιτάχυνση της ανακάλυψης φαρμάκων- ανίχνευση απάτης. |

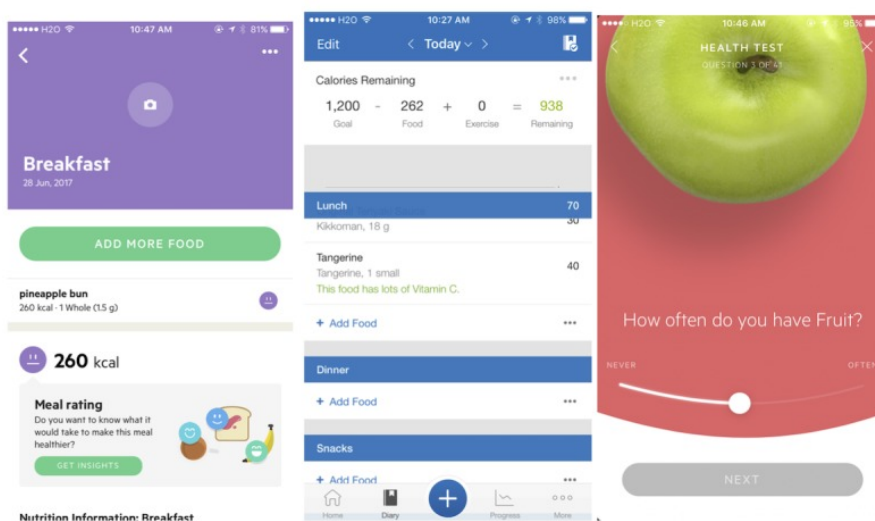
Πίνακας 3. Χαρακτηριστικά των δύο Αλγορίθμων GAN(Generative Adversarial Networks) και CNN(Convolutional Neural Networks)

Η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης επιδεικνύει ισχυρές ικανότητες στην επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων, επιτρέποντας την ανακάλυψη σημαντικών συσχετίσεων μεταξύ αυτών. Αυτή η τεχνολογία διαθέτει μεγάλες δυνατότητες στον τομέα της διατροφής, όπου μπορεί να προβλέψει και να βελτιώσει τη διατροφική αξία των τροφίμων. Για παράδειγμα, χρησιμοποιήθηκε ένας γενετικός αλγόριθμος και βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων για να προβλεφθεί η μη γραμμική λειτουργική συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων μαγειρέματος και του δείκτη διατροφικής ποιότητας. Με τη βελτιστοποίηση του συνδυασμού των παραμέτρων μαγειρέματος, ο λόγος των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) προς τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) αυξήθηκε σε 63,05%, βελτιώνοντας έτσι σημαντικά τη διατροφική αξία των τηγανητών ψαριών.

7.2 Συστάσεις για τους ερευνητές, τους προγραμματιστές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για την προώθηση του πεδίου

Υπάρχουν πολλές ιδέες για να εξελιχθούν οι εφαρμογές διατροφής ως προς το καλύτερο.

- **Ευχρηστία (Usability):** Εύκολο αρχικό μενού με έξυπνη διάταξη. Γραφική απεικόνιση για ημερήσια περίληψη πρόσληψης. Χρήση ήπιων χρωμάτων για εξοικείωση με τα μάτια. Αναγνώριση και επιβράβευση συχνών χρηστών με ειδικές διαλέξεις ή εκπαιδευτικό υλικό.
- **Επιστημονική κάλυψη του περιεχομένου (Scientific Coverage):** Εφαρμογή που αναπτύσσεται με τη χρήση επιστημονικού και υγιούς περιεχομένου και με επιστημονική εποπτεία από εμπειρογνώμονα ή από επιστημονική ένωση. Παροχή συνδέσμων πιστοποιημένου δικτυακού τόπου διατροφής. Κατάλογος παραπομπών όλων των περιεχομένων που είναι διαθέσιμα στην εφαρμογή. Ενημέρωση και επιλογή εγγράφων για συγκεκριμένες χώρες.
- **Ημερολόγιο τροφίμων (Food Diary):** Περιλαμβάνει ξεκάθαρες οδηγίες για τον τρόπο μεταφόρτωσης των καταναλωθέντων τροφίμων. Παρέχει συμβουλές ή οδηγίες για την εύκολη επιλογή του σωστού προϊόντος και τη μεταφόρτωση τυπικού μεγέθους μερίδας. Περιλαμβάνει επίσης τη δυνατότητα εξαγωγής δεδομένων σε μορφή Excel ή PDF.
- **Δεδομένα Προέλευσης Τροφίμων (Food Composition Data):** Παρέχει σαφή προέλευση για τα δεδομένα σύνθεσης τροφίμων που περιλαμβάνονται. Χρησιμοποιεί δεδομένα μόνο για συγκεκριμένες χώρες. Απαγορεύει στον χρήστη να προσθέτει δεδομένα σύνθεσης τροφίμων, εκτός αν υπάρχει αυστηρός έλεγχος από ειδικό (π.χ. διαιτολόγος/διατροφολόγος) για την αποφυγή τυπογραφικών λαθών ή ανακολουθιών. Παρέχει σαφή διάκριση μεταξύ των δεδομένων του χρήστη και των δεδομένων της εφαρμογής και αφαιρεί τα διπλά στοιχεία τροφίμων.
- **Βελτιωμένα τεχνολογικά χαρακτηριστικά (Enhanced Technological Features):** Περιλαμβάνει οπτικό αναγνώστη γραμμωτού κώδικα για την αυτόματη φόρτωση δεδομένων από ετικέτες διατροφής. Παρέχει επίσης εξαγωγή δεδομένων σε μορφή Excel ή PDF και προσφέρει σύνομα εκπαιδευτικά βίντεο για συγκεκριμένα θέματα.
- **Απαιτήσεις (Requirements):** Απαιτείται η δήλωση της ηλικίας του χρήστη και η πρόσβαση επιτρέπεται μόνο σε ενήλικες. Προβλέπεται η διατήρηση αρχείου ασθενειών. Επιπλέον, η εφαρμογή χρησιμοποιεί τα εθνικά επίπεδα συνιστώμενης πρόσληψης θρεπτικών συστατικών για τον πληθυσμό.



Εικόνα 11. Σύγκριση μεταξύ 2 εφαρμογών (MyFitnessPal κέντρο-Lifesum δεξιά και αριστερά). Παρατηρείστε πως αλλάζει η καταγραφή των δεδομένων σε κάθε εφαρμογή. Η Lifesum αξιοποιεί πιο χαρούμενα χρώματα και αντιδράσεις με emoji, σε σχέση με την πιο "Επαγγελματική Όψη" του MyFitnessPal

Κεφάλαιο 8

Συμπέρασμα

Στο μέλλον, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της διατροφής των τροφίμων και στις εφαρμογές mHealth αναμένεται να επεκταθεί και να εμβαθυνθεί. Η ενσωμάτωση περισσότερων συμφραζόμενων πληροφοριών και η ανάπτυξη πιο προηγμένων συστημάτων δεδομένων αναμένεται να οδηγήσουν σε πιο εξατομικευμένες συστάσεις διατροφής και υπηρεσίες διαχείρισης υγείας. Επιπλέον, η συνδυαστική ενσωμάτωση πολλαπλών κλάδων και τομέων αναμένεται να καταστήσει τη μελλοντική παραγωγή τροφίμων πιο ποικίλη, διακριτή και συνεργατική. Επιπλέον, η επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων που μεταβάλλονται στο χρόνο ή δεδομένων ακολουθίας μέσω αντιληπτικής αλληλεπίδρασης, κινητής τηλεφωνίας και άλλων τεχνολογιών αναμένεται επίσης να συμβάλει στον βιώσιμο και ακριβή σχεδιασμό των τροφίμων.

Από την άλλη πλευρά, η διαδικασία ταχείας ανάπτυξης θα συνοδεύεται από σύνθετες προκλήσεις, όπως τα ανεπαρκή, ασυνεπή και ανακριβή δεδομένα, τα οποία μπορούν να αποδυναμώσουν την αξιοπιστία των αλγορίθμων. Επιπλέον, η ερμηνευσιμότητα και η ασφάλεια της ιδιωτικής ζωής στην τεχνητή νοημοσύνη παραμένουν κρίσιμα θέματα που απαιτούν επείγουσα επίλυση. Παρ' όλα αυτά, οι πιέσεις και οι αλλαγές στο μακροπεριβάλλον παρέχουν νέες ευκαιρίες για την τεχνολογία τροφίμων, με τις προηγμένες τεχνολογίες να αναμένεται να συμβάλουν σημαντικά στην παγκόσμια βιώσιμη ανάπτυξη, βελτιώνοντας την εμπειρία των καταναλωτών και βελτιστοποιώντας την αποδοτικότητα των επιχειρήσεων.

Συνοψίζοντας, η ενσωμάτωση και η αλληλεπίδραση μεταξύ της τεχνητής νοημοσύνης και της βιομηχανίας τροφίμων δεν προσφέρει μόνο περισσότερες δυνατότητες για την ανάλυση και καινοτομία στα τρόφιμα, αλλά επίσης παρέχει ουσιαστική υποστήριξη για την ανανέωση της παραδοσιακής παραγωγής τροφίμων.

8.1 Σκέψεις σχετικά με τη σημασία της τεχνητής νοημοσύνης και της Μηχανικής Μάθησης στη βελτίωση της διατροφικής υγείας

Η σημασία της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης για τη βελτίωση της διατροφικής υγείας έγκειται στην ικανότητά τους να αναλύουν μεγάλα σύνολα δεδομένων για τον εντοπισμό προτύπων και τάσεων στις διατροφικές συνήθειες, την παραγωγή τροφίμων και τα διατροφικά αποτελέσματα. Με τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρέχει εξατομικευμένες διατροφικές συστάσεις με βάση τα ατομικά δεδομένα υγείας και τις προτιμήσεις. Επιπλέον, η Τεχνητή Νοημοσύνη και η Μηχανική Μάθηση μπορούν να βελτιστοποιήσουν τα συστήματα παραγωγής και διανομής τροφίμων για να εξασφαλίσουν μια πιο βιώσιμη και θρεπτική προμήθεια τροφίμων. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν επίσης τη δυνατότητα να φέρουν επανάσταση στη διατροφική έρευνα, αναλύοντας γρήγορα τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ διατροφής, γενετικής και αποτελεσμάτων υγείας.

8.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα και πρακτικές επιπτώσεις

Η μελλοντική έρευνα στις εφαρμογές διατροφής που χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση θα πρέπει να επικεντρωθεί στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εξατομικευμένων διατροφικών συστάσεων που παράγονται από αυτές τις τεχνολογίες. Πρόσθετα, οι μελέτες θα μπορούσαν να διερευνήσουν τον αντίκτυπο των εφαρμογών διατροφής με τεχνητή νοημοσύνη στην τήρηση των διατροφικών οδηγιών από τους χρήστες και στην αλλαγή συμπεριφοράς. Οι πρακτικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν τη δυνατότητα της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης να βελτιώσουν την ακρίβεια και την εξατομίκευση των διατροφικών συμβουλών στις εφαρμογές διατροφής, βελτιώνοντας τελικά τη δέσμευση των χρηστών και τα αποτελέσματα της υγείας. Ακόμη, η κατανόηση των ηθικών προβληματισμών και των ανησυχιών για την προστασία της ιδιωτικής ζωής που σχετίζονται με τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης σε εφαρμογές διατροφής είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της υπεύθυνης και αποτελεσματικής εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [Abd+20] A. Abd Alrazaq, M. Alajlani, D. Alhuwail, J. Schneider, S. Al-Kuwari, Z. Shah, M. Hamdi και M. Househ. «Artificial intelligence in the fight against covid-19: scoping review». Στο: *Journal of Medical Internet Research* 22 (12 2020), e20756. DOI: [10.2196/20756](https://doi.org/10.2196/20756).
- [Abd+22] A. Abd Alrazaq, I. Abuelezz, A. Hassan, A. AlSammarraie, D. Alhuwail, S. Irshaidat, H. A. Serhan, A. Ahmed, S. A. Alrazak και M. Househ. «Artificial intelligence-driven serious games in health care: scoping review». Στο: *JMIR Serious Games* 10 (4 2022), e39840. DOI: [10.2196/39840](https://doi.org/10.2196/39840).
- [Ara21] A. A. Arabi. «Artificial intelligence in drug design: algorithms, applications, challenges and ethics». Στο: *Future Drug Discovery* 3 (2 2021). DOI: [10.4155/fdd-2020-0028](https://doi.org/10.4155/fdd-2020-0028).
- [BQH21] T. Briggs, V. Quick και W. K. Hallman. «Feature availability comparison in free and paid versions of popular smartphone weight management applications». Στο: *Journal of Nutrition Education and Behavior* 53 (9 2021), σσ. 732–741. DOI: [10.1016/j.jneb.2021.05.010](https://doi.org/10.1016/j.jneb.2021.05.010).
- [Bro+19] H. Brown, T. Bucher, C. E. Collins και M. E. Rollo. «A review of pregnancy iphone apps assessing their quality, inclusion of behaviour change techniques, and nutrition information». Στο: *Maternal & Child Nutrition* 15 (3 2019). DOI: [10.1111/mcn.12768](https://doi.org/10.1111/mcn.12768).
- [Bro+22] J. M. Brown, B. Franco-Arellano, H. Froome, A. Siddiqi, A. Mahmood και J. Arcand. «The content, quality, and behavior change techniques in nutrition-themed mobile apps for children in canada: app review and evaluation study». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 10 (2 2022), e31537. DOI: [10.2196/31537](https://doi.org/10.2196/31537).
- [BSR21] A. Bzikowska-Jura, P. Sobieraj και F. Raciborski. «Low comparability of nutrition-related mobile apps against the polish reference method—a validity study». Στο: *Nutrients* 13 (8 2021), σ. 2868. DOI: [10.3390/nu13082868](https://doi.org/10.3390/nu13082868).
- [CA19] J. Chen και M. Allman-Farinelli. «Impact of training and integration of apps into dietetic practice on dietitians' self-efficacy with using mobile health apps and patient satisfaction». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 7 (3 2019), e12349. DOI: [10.2196/12349](https://doi.org/10.2196/12349).
- [CCW21] J. Choi, C. Chung και H. Woo. «Diet-related mobile apps to promote healthy eating and proper nutrition: a content analysis and quality assessment». Στο: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (7 2021), σ. 3496. DOI: [10.3390/ijerph18073496](https://doi.org/10.3390/ijerph18073496).
- [CL22] M. M. Côté και B. Lamarche. «Artificial intelligence in nutrition research: perspectives on current and future applications». Στο: *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 47 (1 2022), σσ. 1–8. DOI: [10.1139/apnm-2021-0448](https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0448).

- [Col+21] G. S. Collins κ.ά. «Protocol for development of a reporting guideline (tripod-ai) and risk of bias tool (probast-ai) for diagnostic and prognostic prediction model studies based on artificial intelligence». Στο: *BMJ Open* 11 (7 2021), e048008. DOI: [10.1136/bmjopen-2020-048008](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-048008).
- [Din+22] X. Ding, H. Wang, G. Li, H. Li, Y. Li και Y. Liu. «IoT data cleaning techniques: a survey». Στο: *Intelligent and Converged Networks* 3 (4 2022), σσ. 325–339. DOI: [10.23919/icn.2022.0026](https://doi.org/10.23919/icn.2022.0026).
- [Ero+22] G. Erol, B. Uzbaş, C. Yücelbaş και Ş. Yücelbaş. «Analyzing the effect of data preprocessing techniques using machine learning algorithms on the diagnosis of covid-19». Στο: *Concurrency and Computation: Practice and Experience* 34 (28 2022). DOI: [10.1002/cpe.7393](https://doi.org/10.1002/cpe.7393).
- [Fae+22] J. P. Faessen, D. A. Lucassen, M. E. C. Buso, G. Camps, E. J. M. Feskens και E. M. Brouwer-Brolsma. «Eating for 2: a systematic review of dutch app stores for apps promoting a healthy diet during pregnancy». Στο: *Current Developments in Nutrition* 6 (6 2022), nzac087. DOI: [10.1093/cdn/nzac087](https://doi.org/10.1093/cdn/nzac087).
- [Fal+19] R. Fallaize, R. Z. Franco, J. Pasang, F. Hwang και J. A. Lovegrove. «Popular nutrition-related mobile apps: an agreement assessment against a uk reference method». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 7 (2 2019), e9838. DOI: [10.2196/mhealth.9838](https://doi.org/10.2196/mhealth.9838).
- [FCM20] C. N. C. Freitas, F. Cordeiro και V. Macario. «Myfood: a food segmentation and classification system to aid nutritional monitoring». Στο: *2020 33rd SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI)* (2020). DOI: [10.1109/sibgrapi51738.2020.00039](https://doi.org/10.1109/sibgrapi51738.2020.00039).
- [Hin+22] D. Hinojosa-Nogueira, B. Ortiz-Viso, B. Navajas-Porras, S. Pérez-Burillo, V. González-Vigil, S. P. d. I. Cueva και J. Á. Rufián-Henares. «Stance4health nutritional app: a path to personalized smart nutrition». Στο: (2022). DOI: [10.20944/preprints202212.0166.v1](https://doi.org/10.20944/preprints202212.0166.v1).
- [Hoa+23] Y. N. Hoang, Y. Chen, D. K. N. Ho, W. Chiu, K. Cheah, N. R. Mayasari και J. Chang. «Consistency and accuracy of artificial intelligence for providing nutritional information». Στο: *JAMA Network Open* 6 (12 2023), e2350367. DOI: [10.1001/jamanetworkopen.2023.50367](https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.50367).
- [Kai+22] B. Kaiser, T. Stelzl, P. Finglas και K. Gedrich. «The assessment of a personalized nutrition tool (enutri) in germany: pilot study on usability metrics and users' experiences». Στο: *JMIR Formative Research* 6 (8 2022), e34497. DOI: [10.2196/34497](https://doi.org/10.2196/34497).
- [Kel+20] J. T. Kelly, P. Collins, J. McCamley, L. Ball, S. Roberts και K. L. Campbell. «Digital disruption of dietetics: are we ready?» Στο: *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 34 (1 2020), σσ. 134–146. DOI: [10.1111/jhn.12827](https://doi.org/10.1111/jhn.12827).
- [Kho+20] L. Khorraminezhad, M. Leclercq, A. Droit, J. Bilodeau και I. Rudkowska. «Statistical and machine-learning analyses in nutritional genomics studies». Στο: *Nutrients* 12 (10 2020), σ. 3140. DOI: [10.3390/nu12103140](https://doi.org/10.3390/nu12103140).
- [KLQ21] L. Keaver, A. Loftus και L. Quinn. «A review of iphone and android apps for cancer patients and survivors: assessing their quality, nutrition information and behaviour change techniques». Στο: *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 34 (3 2021), σσ. 572–584. DOI: [10.1111/jhn.12857](https://doi.org/10.1111/jhn.12857).
- [Kön+20] L. M. König, C. Attig, T. Franke και B. Renner. «Barriers to and facilitators for using nutrition apps: a scoping review and conceptual framework (preprint)». Στο: (2020). DOI: [10.2196/preprints.20037](https://doi.org/10.2196/preprints.20037).

- [Kön+21] L. M. König, C. Attig, T. Franke και B. Renner. «Barriers to and facilitators for using nutrition apps: systematic review and conceptual framework». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 9 (6 2021), e20037. DOI: [10.2196/20037](https://doi.org/10.2196/20037).
- [Li+19] Y. Li, J. Ding, Y. Wang, C. Tang και P. Zhang. «Nutrition-related mobile apps in the china app store: assessment of functionality and quality». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 7 (7 2019), e13261. DOI: [10.2196/13261](https://doi.org/10.2196/13261).
- [Lim+21a] B. N. Limketkai, K. Mauldin, N. Manitus, L. Jalilian και B. R. Salonen. «The age of artificial intelligence: use of digital technology in clinical nutrition». Στο: *Current Surgery Reports* 9 (7 2021). DOI: [10.1007/s40137-021-00297-3](https://doi.org/10.1007/s40137-021-00297-3).
- [Liu+23] Z. Liu, S. Wang, Y. Zhang, Y. Feng, J. Li και H. Zhu. «Artificial intelligence in food safety: a decade review and bibliometric analysis». Στο: *Foods* 12 (6 2023), σ. 1242. DOI: [10.3390/foods12061242](https://doi.org/10.3390/foods12061242).
- [Mar+22] P. Martinon, I. Saliasi, D. Bourgeois, C. Smentek, C. Deroanne, L. Fraticelli και F. Carrouel. «Nutrition-related mobile apps in the french app stores: assessment of functionality and quality». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 10 (3 2022), e35879. DOI: [10.2196/35879](https://doi.org/10.2196/35879).
- [Moo+22] K. J. Moon, C. Son, J. Lee και M. Park. «The development of a web-based app employing machine learning for delirium prevention in long-term care facilities in south korea». Στο: *BMC Medical Informatics and Decision Making* 22 (1 2022). DOI: [10.1186/s12911-022-01966-8](https://doi.org/10.1186/s12911-022-01966-8).
- [Oh+19] J. Oh, K. Yun, U. Maoz, T. Kim και J. Chae. «Identifying depression in the national health and nutrition examination survey data using a deep learning algorithm». Στο: *Journal of Affective Disorders* 257 (2019), σσ. 623–631. DOI: [10.1016/j.jad.2019.06.034](https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.06.034).
- [Par+20] S. W. Park, G. Kim, Y. Hwang, W. J. Lee, H. Park και J. H. Kim. «Validation of the effectiveness of a digital integrated healthcare platform utilizing an ai-based dietary management solution and a real-time continuous glucose monitoring system for diabetes management: a randomized controlled trial». Στο: *BMC Medical Informatics and Decision Making* 20 (1 2020). DOI: [10.1186/s12911-020-01179-x](https://doi.org/10.1186/s12911-020-01179-x).
- [Qin+22] Y. Qin, J. Wu, W. Xu, K. Wang, A. Huang, B. Liu, J. Yu, C. Li, F. Yu και Z. Ren. «Machine learning models for data-driven prediction of diabetes by lifestyle type». Στο: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (22 2022), σ. 15027. DOI: [10.3390/ijerph192215027](https://doi.org/10.3390/ijerph192215027).
- [Raj+22] P. Rajpurkar, E. Chen, O. Banerjee και E. J. Topol. «Ai in health and medicine». Στο: *Nature Medicine* 28 (1 2022), σσ. 31–38. DOI: [10.1038/s41591-021-01614-0](https://doi.org/10.1038/s41591-021-01614-0).
- [Roh+19] A. Rohde, A. Duensing, C. Dawczynski, J. Godemann, S. Lorkowski και C. Brombach. «An app to improve eating habits of adolescents and young adults (challenge to go): systematic development of a theory-based and target group-adapted mobile app intervention». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 7 (8 2019), e11575. DOI: [10.2196/11575](https://doi.org/10.2196/11575).
- [Sem+21] J. Sempionatto, V. Montiel, E. Vargas, H. Teymourian και J. Wang. «Wearable and mobile sensors for personalized nutrition». Στο: *Acs Sensors* 6 (5 2021), σσ. 1745–1760. DOI: [10.1021/acssensors.1c00553](https://doi.org/10.1021/acssensors.1c00553).
- [Sha+19] J. Shaw, F. Rudzicz, T. Jamieson και A. Goldfarb. «Artificial intelligence and the implementation challenge». Στο: *Journal of Medical Internet Research* 21 (7 2019), e13659. DOI: [10.2196/13659](https://doi.org/10.2196/13659).

- [Son+22] C. Son, W. Kang, J. Lee και K. J. Moon. «Machine learning to identify psychomotor behaviors of delirium for patients in long-term care facility». Στο: *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics* 26 (4 2022), σσ. 1802–1814. DOI: [10.1109/jbhi.2021.3116967](https://doi.org/10.1109/jbhi.2021.3116967).
- [Tho+22a] D. M. Thomas κ.ά. «Machine learning modeling practices to support the principles of ai and ethics in nutrition research». Στο: *Nutrition & Diabetes* 12 (1 2022). DOI: [10.1038/s41387-022-00226-y](https://doi.org/10.1038/s41387-022-00226-y).
- [Vas+20] M. Vasiloglou, S. Christodoulidis, E. Reber, T. Stathopoulou, Y. Lu, Z. Stanga και S. Mougiakakou. «What healthcare professionals think of “nutrition diet” apps: an international survey». Στο: *Nutrients* 12 (8 2020), σ. 2214. DOI: [10.3390/nu12082214](https://doi.org/10.3390/nu12082214).
- [Vas+21] M. F. Vasiloglou, S. Christodoulidis, E. Reber, T. Stathopoulou, Y. Lu, Z. Stanga και S. Mougiakakou. «Perspectives and preferences of adult smartphone users regarding nutrition and diet apps: web-based survey study». Στο: *JMIR mHealth and uHealth* 9 (7 2021), e27885. DOI: [10.2196/27885](https://doi.org/10.2196/27885).
- [Vol22] S. L. Volpe. «Artificial intelligence and precision nutrition». Στο: *ACSM'S Health & Fitness Journal* 26 (3 2022), σσ. 43–44. DOI: [10.1249/fit.0000000000000761](https://doi.org/10.1249/fit.0000000000000761).
- [Yor+19] E. G. Yordi, A. P. Martínez, L. Santana, E. Molina και E. Uriarte. «Opportunities of artificial intelligence in the development of predictive methods applied to food composition databases». Στο: *Acta Scientifica Nutritional Health* 3 (9 2019), σσ. 45–47. DOI: [10.31080/asnh.2019.03.0399](https://doi.org/10.31080/asnh.2019.03.0399).
- [Zar+20] D. Zarnowiecki, C. E. Mauch, G. Middleton, L. Matwiejczyk, W. L. Watson, J. Dibbs, A. Dessaix και R. K. Golley. «A systematic evaluation of digital nutrition promotion websites and apps for supporting parents to influence children's nutrition». Στο: *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 17 (1 2020). DOI: [10.1186/s12966-020-0915-1](https://doi.org/10.1186/s12966-020-0915-1).

Πρόσθετη Βιβλιογραφία

- [19] *Development of guidance on ethics and governance of artificial intelligence for health*. 2019. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/who-consultation-towards-the-development-of-guidance-on-ethics-and-governance-of-artificial-intelligence-for-health>.
- [Agi+15] Aristotelis Agianniotis, Marios Anthimopoulos, Elena Daskalaki, Aurélie Drapela, Christoph Stettler, Peter Diem και Stavroula G. Mougiakakou. «GoCARB in the Context of an Artificial Pancreas». Στο: *Journal of Diabetes Science and Technology* 9 (2015), σσ. 549–555. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:22301368>.
- [Det+23] Paraskevi Detopoulou κ.ά. *Artificial Intelligence, nutrition, and ethical issues: A mini-review*. Ιούλ. 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667268523000311>.
- [EM17] Thomas W. Edgar και David O. Manz. *Machine learning*. Απρ. 2017. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128053492000066>.
- [HH19] S. Holzmann και C. Holzapfel. «A scientific overview of smartphone applications and electronic devices for weight management in adults». Στο: *Journal of Personalized Medicine* 9 (2 2019), σ. 31. DOI: [10.3390/jpm9020031](https://doi.org/10.3390/jpm9020031).
- [Jha+23] Vikas Jhawar, Sumeet Gupta, Monika Gulia και Anroop Nair. *Artificial Intelligence and data science in Pharmacogenomics-based drug discovery: Future of medicines*. Μαρ. 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323983525000057>.
- [Kar+20] D. Karimi, H. Dou, S. Warfield και A. Gholipour. «Deep learning with noisy labels: exploring techniques and remedies in medical image analysis». Στο: *Medical Image Analysis* 65 (2020), σ. 101759. DOI: [10.1016/j.media.2020.101759](https://doi.org/10.1016/j.media.2020.101759).
- [KEG20] Vivek Kaul, Sarah Enslin και Seth A. Gross. *History of artificial intelligence in medicine*. 2020. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32565184/>.
- [Kir+22] Daniel Kirk, Esther Kok, Michele Tufano, Bedir Tekinerdogan, Edith J M Feskens και Guido Camps. «Machine Learning in Nutrition Research». Στο: *Advances in Nutrition* 13.6 (2022), σσ. 2573–2589. ISSN: 2161-8313. DOI: <https://doi.org/10.1093/advances/nmac103>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2161831323000923>.
- [Kir19] D. R. Kiran. *Internet of things*. Νοέ. 2019. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128183649000354>.
- [Law23] George Lawton. *CNN vs. Gan: How are they different?: TechTarget*. Απρ. 2023. URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/feature/CNN-vs-GAN-How-are-they-different>.

- [Lim+21b] Berkeley N. Limketkai, Kasuen Mauldin, Natalie Manitus, Laleh Jalilian και Bradley R. Salonen. *The age of artificial intelligence: Use of digital technology in Clinical Nutrition - current surgery reports*. Ιούν. 2021. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40137-021-00297-3#Sec2>.
- [Lop+20] Maria Helena Baena de Moraes Lopes, Danton Diego Ferreira, Ana Claudia Barbosa Honório Ferreira, Roberto da Silva, Aletha Silva Caetano και Vitoria Negri Braz. *Use of artificial intelligence in Precision Nutrition and fitness*. Μαρ. 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128171332000203>.
- [MMN22] Kiran Maharana, Surajit Mondal και Bhushankumar Nemade. *A review: Data pre-processing and data augmentation techniques*. Απρ. 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666285X22000565>.
- [Rya22] Mark Ryan. *The ethics of dietary apps: Technology, health, and the capability approach*. Ιαν. 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X22000148>.
- [Sam+22] Sabiha Samad, Fahmida Ahmed, Samsun Naher, Muhammad Ashad Kabir, Anik Das, Sumaiya Amin και Sheikh Mohammed Shariful Islam. *Smartphone apps for tracking food consumption and recommendations: Evaluating Artificial Intelligence-based functionalities, features and quality of current apps*. Ιούλ. 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305322000412>.
- [SKM20] Z. Sajjadnia, R. Khayami και M. Moosavi. «Preprocessing breast cancer data to improve the data quality, diagnosis procedure, and medical care services». Στο: *Cancer Informatics* 19 (2020), σ. 117693512091795. DOI: [10.1177/1176935120917955](https://doi.org/10.1177/1176935120917955).
- [The+24] Tagne Poupi Theodore Armand, Kintoh Allen Nfor, Jung-In Kim και Hee-Cheol Kim. *Applications of artificial intelligence, Machine Learning, and Deep Learning in Nutrition: A Systematic Review*. Απρ. 2024. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/7/1073>.
- [Tho+22b] Diana M. Thomas κ.ά. *Machine learning modeling practices to support the principles of AI and ethics in nutrition research*. Δεκ. 2022. URL: <https://www.nature.com/articles/s41387-022-00226-y>.
- [Tos+20] Martina Tosi, Davide Radice, Giulia Carioni, Teresa Vecchiati, Federica Fiori, Maria Parpinel και Patrizia Gnagnarella. *Accuracy of applications to monitor food intake: Evaluation by comparison with 3-D food diary*. Σεπτ. 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900720303014>.
- [Vas+23] Maria F Vasiloglou, Isabel Marcano, Sergio Lizama, Ioannis Papathanail, Elias K Spanakis και Stavroula Mouggiakakou. *Multimedia data-based mobile applications for dietary assessment*. Ιούλ. 2023. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10348006/>.
- [Wu+23] Y. Wu, Q. Hu, H. Liang, A. Wang, H. Xu, L. Wang και X. He. «Electrostatic potential as solvent descriptor to enable rational electrolyte design for lithium batteries». Στο: *Advanced Energy Materials* 13 (22 2023). DOI: [10.1002/aenm.202300259](https://doi.org/10.1002/aenm.202300259).
- [ZCL22] Xiaobei Zhou, Lei Chen και Hui-Xin Liu. *Applications of machine learning models to predict and prevent obesity: A mini-review*. Μάι. 2022. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.933130/full>.
- [ZW23] Jinlin Zhu και Gang Wang. *Artificial Intelligence Technology for Food Nutrition*. Οκτ. 2023. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/21/4562>.