

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάπτυξη Πληροφοριακού συστήματος υγείας με  
προβλέψεις και συστάσεις για τους ασθενείς»



Των φοιτητών  
Αγγελούσης Σωτήριος  
Αρ. Μητρώου: 144275  
Ευρυδόγλου Γαρυφαλλιά Μαρία  
Αρ. Μητρώου: 144355

Επιβλέπων  
Όνοματεπώνυμο .....  
Βαθμίδα .....

Ημερομηνία .....

Τίτλος Δ.Ε. ....  
Κωδικός Δ.Ε. ...  
Όνοματεπώνυμο φοιτητή/τών ....  
Όνοματεπώνυμο εισηγητή ...  
Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. ...  
Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. ...

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμάς προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία τ\_\_\_\_ φοιτητ\_\_\_\_ που την εκπόνησε/αν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.*

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

*Αφιερωμένο στις οικογένειες μας.*

## Πρόλογος

Οι λόγοι που μας οδήγησαν στην επιλογή του θέματος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν το επιστημονικό ενδιαφέρον της ανάπτυξης e-health εφαρμογών και η συμβολή μας στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών με αλλεργική ρινίτιδα, τους οποίους αφορά η e-health εφαρμογή που έχουμε υλοποιήσει. Επιπλέον, θέλαμε να μελετήσουμε την φύση των συστημάτων σύστασης και το είδος συστημάτων σύστασης που ενδείκνυται για τις e-health εφαρμογές.

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας e-health mobile εφαρμογής. Η εφαρμογή αυτή αφορά την αυτό-παρακολούθηση, δηλαδή τη παρακολούθηση των συμπτωμάτων των ασθενών, σε ορισμένα διαστήματα μέσα στην ημέρα και την καταγραφή τους. Η ανάπτυξη της εφαρμογής αποσκοπεί συνολικά στη καλύτερη διαχείριση των συμπτωμάτων τους. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί ώστε να παρουσιάζει προτάσεις στους ασθενείς σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από την εφαρμογή από την παρακολούθηση των συμπτωμάτων τους, σχετικά με την συνέχιση της θεραπείας τους. Επιπλέον, έχει σχεδιαστεί ώστε να παρουσιάζει συστάσεις στους ασθενείς σχετικά με τις κοντινές γεωγραφικές περιοχές που παρουσιάζουν μεγαλύτερο αλλεργιογονικό φορτίο ώστε να τις αποφύγουν.

**Λέξεις κλειδιά: E-health, Ηλεκτρονική Υγεία, Recommendation Systems, Συστήματα Σύστασης, Health Recommendation Systems**

# «Development of e-health Information System with predictions and recommendations for patients»

Angelousis Sotirios

Evrydoglou Garyfallia - Maria

## **Abstract**

The purpose of this thesis is the development, design and implementation of an e-health application. This application aims to monitor patients' symptoms at certain times during the day. The existence of the application aims at the better management of their symptoms. The application is designed to present suggestions to patients according to the data collected from the application from the monitoring of their symptoms, regarding to the continuation of their treatment. In addition, it is designed to make recommendations to patients about nearby geographical areas with a higher allergen load in order to avoid them.

## **Ευχαριστίες**

Με αφορμή την ολοκλήρωση της διπλωματικής μας εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή και επιβλέπων της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κύριο Χρήστο Ηλιούδη, για τις χρήσιμες υποδείξεις του και την καθοδήγηση του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της, καθώς επίσης και τις οικογένειες μας και τους φίλους μας για την στήριξη τους σε όλη την περίοδο των σπουδών μας.

# Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iv
Περίληψη .....	v
Abstract.....	vi
Ευχαριστίες .....	vii
Περιεχόμενα .....	viii
Κατάλογος Σχημάτων .....	x
Κατάλογος Πινάκων .....	xi
Συντομογραφίες.....	xii
Κεφάλαιο 1ο : Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2ο : E-health .....	3
2.1  Εννοιολογική προσέγγιση.....	3
2.2  Οι Στόχοι της Ηλεκτρονικής Υγείας .....	4
2.3  Η ένταξη της Ηλεκτρονικής Υγείας στην Ελλάδα .....	6
2.4  Εφαρμογές της ηλεκτρονικής Υγείας .....	6
2.4.1  M-Health .....	7
2.5  Προκλήσεις .....	9
2.6  Σχεδιασμός E-health εφαρμογών .....	10
2.7  Επίλογος.....	12
Κεφάλαιο 3ο : Συστήματα συστάσεων – Recommendation Systems .....	13
3.1  Εννοιολογική προσέγγιση.....	13
3.2  Είδη φιλτραρίσματος .....	16
3.2.1  Φιλτράρισμα βασισμένο στο Περιεχόμενο (Content - Based Filtering) .....	18
3.2.2  Συνεργατικό Φιλτράρισμα (Collaborative filtering).....	22
3.2.3  Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στη Μνήμη.....	24
3.2.4  Συνεργατικό φιλτράρισμα βασισμένο στα μοντέλα.....	28
3.2.5  Συνδυασμός Τεχνικών Φιλτραρίσματος - Υβριδικό Φιλτράρισμα (Hybrid-Based filtering) 30	
3.2.6  Δημογραφικό Φιλτράρισμα (Demographic Filtering) .....	34
3.2.7  Οικονομικό φιλτράρισμα (Economic Filtering) .....	34
3.2.8  Φιλτράρισμα με βάση τη Γνώση (Knowledge-Based Filtering).....	34
3.3  Άλλες προκλήσεις στη Ανάπτυξη των Συστημάτων Σύστασης.....	35
3.4  Αξιολόγηση των Συστημάτων Σύστασης .....	36

3.5	Η συμβολή των Συστημάτων Σύστασης στην ανάπτυξη E-health εφαρμογών .....	38
3.5.1	Συγκριτική αξιολόγηση των μοντέλων ΣΣ, κατάλληλων για συμβουλευτική σε αγωγή υγείας	39
Κεφάλαιο 4ο :	Υλοποίηση πληροφοριακού συστήματος .....	42
4.1	Η μεθοδολογία ανάπτυξης της εφαρμογής .....	42
4.2	Σχεδιασμός Μοντέλου Περιπτώσεων Χρήσης.....	43
4.2.1	Σχεδίαση διαγράμματος περιπτώσεων χρήσης του συστήματος .....	50
4.3	Σχεδίαση της διεπαφής .....	51
4.4	Περιγραφή της βάσης .....	64
4.5	Σχεδίαση του συστήματος συστάσεων .....	65
Κεφάλαιο 5ο :	Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης.....	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		72
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΩΔΙΚΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....		75
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....		80

## Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 1:.....	3
Εικόνα 2: .....	7
Εικόνα 3: .....	8
Εικόνα 4: .....	8
Εικόνα 5: .....	11
Εικόνα 6: .....	17
Εικόνα 7: .....	18
Εικόνα 8: .....	22
Εικόνα 9: .....	24
Εικόνα 10: .....	27
Εικόνα 11: .....	33
Εικόνα 12: .....	50
Εικόνα 13: .....	51
Εικόνα 14: .....	52
Εικόνα 15: .....	53
Εικόνα 16: .....	53
Εικόνα 17: .....	54
Εικόνα 18: .....	54
Εικόνα 19: .....	55
Εικόνα 20: .....	56
Εικόνα 21: .....	56
Εικόνα 22: .....	57
Εικόνα 23: .....	58
Εικόνα 24: .....	59
Εικόνα 25: .....	59
Εικόνα 26: .....	60
Εικόνα 27: .....	60
Εικόνα 28: .....	61
Εικόνα 29: .....	61
Εικόνα 30: .....	62
Εικόνα 31: .....	62
Εικόνα 32: .....	63

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 1:.....	25
Πίνακας 2:.....	38
Πίνακας 3:.....	39

## Συντομογραφίες

ΑΡ: Αλλεργική ρινίτιδα

ΣΣ : Συστήματα Συστάσεων

ΣΑΠ: Συστήματα Ανάκτησης Πληροφορίας

HRS: Health Recommendation Systems

## Κεφάλαιο 1ο : Εισαγωγή

Η ψηφιακή επανάσταση έχει επηρεάσει τόσο την επικοινωνία όσο και την αποθήκευση και τη διακίνηση των πληροφοριών, με το διαδίκτυο να έχει λάβει κυρίαρχο ρόλο σε όλους τους τομείς της ζωής μας. Οι εξελίξεις στη τεχνολογία δεν άφησαν ανεπηρέαστο το χώρο της Ιατρικής, όπου έκαναν την εμφάνιση τους νέοι τομείς και εφαρμογές της τεχνολογίας όπως είναι η Τηλεϊατρική (telemedicine), η Τηλε-φροντίδα (tele-care), η “φορητή” υγεία (mobile health), η Ηλεκτρονική Υγεία (e-health) κ.α. σε πολλούς κλάδους της. Η Ηλεκτρονική Υγεία πρόκειται για ένα σύνθετο όρο που περιλαμβάνει όλους τους παραπάνω τομείς, προάγοντας την ενημέρωση, την πρόληψη, την αντιμετώπιση παθήσεων και γενικότερα την βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας ασχοληθήκαμε με την υλοποίηση μιας e-health mobile εφαρμογής για την βελτίωση της κλινικής εικόνας των ασθενών με αλλεργική ρινίτιδα (AR). Αποτελέσματα από πραγματικά κλινικά δεδομένα για την αντιμετώπιση της AR έδειξαν ότι το σημαντικότερο πρόβλημα στην αντιμετώπιση της αλλεργικής ρινίτιδας αποτελεί η **χαμηλή συμμόρφωση των ασθενών με την θεραπεία έχει συστηθεί από το ιατρό τους [10]**. Οι ασθενείς τείνουν να λαμβάνουν τη θεραπευτική αγωγή κατά βούληση, ανάλογα με το πόσο υπό έλεγχο είναι η ασθένεια τους, και αυξάνουν την αγωγή όταν οι ίδιοι δεν νιώθουν καλά [10]. Επιπροσθέτως, η μη συμμόρφωση στο πρόγραμμα ανοσοθεραπείας έναντι αλλεργιογόνων και η **πρώιμη διακοπή του είναι πολύ συχνά φαινόμενα [10]**. Σύμφωνα με μελέτη της **European Commission το 2014 [6]**, η χρήση m-health εφαρμογών μπορεί να συμβάλλει θετικά στην αντιμετώπιση της νόσου, στη αυτό-παρακολούθηση και στη συμμόρφωση με τις οδηγίες του ιατρού τους. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί λοιπόν η αποδοχή των εφαρμογών αυτών από το σύνολο των χρηστών και η ενθάρρυνση στη χρήση τους.

Στόχος της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με: (α) την Ηλεκτρονική Υγεία, (β) την ανάπτυξη android εφαρμογών, και (γ) την τεχνολογία των Συστημάτων Σύστασης, επιδιώκοντας παράλληλα, την απόκτηση εμπειρικής γνώσης από την υλοποίηση ενός Συστήματος Σύστασης, και την εφαρμογή αυτού σε μια m-health εφαρμογή για android περιβάλλοντα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τον τομέα της Ηλεκτρονικής Υγείας, τις βασικές αρχές που την διέπουν και τα χαρακτηριστικά της. Επίσης, γίνεται αναφορά στην m-health και τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση m-health εφαρμογών. Στην συνέχεια, παρατίθενται οι προκλήσεις που παρουσιάζονται από την υιοθέτηση e-health εφαρμογών. Τέλος, αναφερόμαστε στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη m-health εφαρμογών για android περιβάλλοντα.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα μας απασχολήσουν τα Συστήματα Συστάσεων (Recommentation Systems). Αρχικά, θα κάνουμε μια σύντομη ιστορική αναφορά για τα Συστήματα Συστάσεων και στη συνέχεια θα κάνουμε λόγο για τις προσεγγίσεις φιλτραρίσματος που χρησιμοποιούνται και τα χαρακτηριστικά της κάθε μίας. Τέλος, θα αναφερθούμε στην συμβολή των Συστημάτων Συστάσεων στην ανάπτυξη εφαρμογών ηλεκτρονικής υγείας, και πως αυτά μπορούν να βελτιώσουν την συνολική εμπειρία του

## Κεφάλαιο 1

χρήστη και την ποιότητα της υγείας του. Ακόμα, στο τέλος του τέταρτου κεφαλαίου πραγματοποιείται μια συγκριτική αξιολόγηση των μοντέλων ΣΣ, κατάλληλων για συμβουλευτική σε αγωγή υγείας. Ως αποτέλεσμα αυτής αναδεικνύουμε τον τύπο μοντέλου ΣΣ που είναι καταλληλότερο για την περίπτωση της e-health εφαρμογής που αναπτύσσουμε για την ΑΡ.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός Πληροφοριακού συστήματος υγείας με προβλέψεις και συστάσεις για τους ασθενείς. Η εφαρμογή αφορά την παρακολούθηση συμπτωμάτων των ασθενών ΑΡ και την παρουσίαση κατάλληλων προτάσεων και συστάσεων σε αυτούς, με σκοπό την βελτίωση της κλινικής τους εικόνας.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα μας και οι προτάσεις βελτίωσης του πληροφοριακού συστήματος που αναπτύξαμε.

## Κεφάλαιο 2ο : E-health

### 2.1 Εννοιολογική προσέγγιση

Σχεδόν όλοι οι εθνικοί και οι διεθνείς οργανισμοί αναγνωρίζουν ότι για να διατηρηθεί και να βελτιωθεί η ποιότητα της παρεχόμενης υγείας είναι αναγκαία προϋπόθεση η συμβολή των επιστημόνων της Ιατρικής και της Πληροφορικής στην δημιουργία αποτελεσματικών και οικονομικά αποδοτικών ιατρικών εφαρμογών. Έχει γίνει προσπάθεια από διάφορες επιστημονικές περιοχές για την προσέγγιση του πληρέστερου ορισμού της Ηλεκτρονικής Υγείας, δίχως ακόμα να έχει συμφωνηθεί ένας ενιαίος ορισμός.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.) η ηλεκτρονική υγεία ορίζεται ως: **"... η αποδοτική και ασφαλής χρήση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών για την υποστήριξη της υγείας αλλά και πεδίων που σχετίζονται με την υγεία, συμπεριλαμβανομένης της υγειονομικής περίθαλψης, της παρακολούθησης και της αγωγής υγείας, της γνώσης και της έρευνας"**[2].

Επίσης, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ορίζει την ηλεκτρονική υγεία ως: **"...τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών για την κάλυψη των αναγκών των πολιτών, των ασθενών, των επαγγελματιών του τομέα της υγείας, των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης, καθώς και των υπευθύνων χάραξης πολιτικής"**[2].

Οι έννοιες Ηλεκτρονική Υγεία (e-health) ή Τηλεϊατρική (Telemedicine) πολλές φορές συγχέονται μεταξύ τους. Ωστόσο, πρόκειται για έννοιες που διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, και για τους λόγους που θα εξηγήσουμε στην συνέχεια, είναι λανθασμένο να συγχέονται. Οι δύο αυτές έννοιες ανήκουν σε ένα μεγαλύτερο υπερσύνολο που ονομάζεται Τηλε-υγεία (Tele-health). Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζονται η Τηλεϊατρική, η e-health, και η m-health ως αλληλοσχετιζόμενα υποσύνολα ενός ευρύτερου συστήματος υγείας. (εικ.1)



Εικόνα 1- Η συσχέτιση της Ηλεκτρονικής υγείας με την Τηλεϊατρική [9]

Ο τομέας της τηλεϊατρικής αναπτύχθηκε λόγω της ανάγκης αντιμετώπισης επειγόντων περιστατικών σε ακριτικές ή απομονωμένες περιοχές. Η ιδέα της Τηλεϊατρικής προϋπήρχε ήδη από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα όταν η Νορβηγία χρησιμοποιούσε τους διαύλους του Radio Bergen για την εξ αποστάσεων διάγνωση και παροχή ιατρικών οδηγιών σε ναυτικούς. Οι πρώτες εφαρμογές με «αγροτικό χαρακτήρα» εμφανίστηκαν στις ΗΠΑ και Καναδά από την δεκαετία του 1960. [7]

Από την άλλη πλευρά, η ηλεκτρονική υγεία αποτελεί ένα αναδύομενο πεδίο στην Ιατρική Πληροφορική και χαρακτηρίζεται από την **αξιοποίηση των πιο σύγχρονων τεχνολογιών της Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών σε όλο το φάσμα των παρεχόμενων υπηρεσιών της Υγείας από τους επαγγελματίες υγείας [1].** Αποτελεί δηλαδή την **‘ομπρέλα’ για πλήθος εφαρμογών της ιατρικής πληροφορικής και τηλεματικής [3]** και απευθύνεται όχι μόνο σε επαγγελματίες υγείας αλλά και στους ασθενείς – χρήστες των υπηρεσιών υγείας. Απώτερος σκοπός της ανάπτυξης της είναι η **βέλτιστη διαχείριση της υγείας αλλά και συνολικά του ακολουθούμενου τρόπου ζωής [1].**

## 2.2 Οι Στόχοι της Ηλεκτρονικής Υγείας

Το πρόθεμα «e» στον όρο «e – Health» δε σημαίνει μόνο ηλεκτρονική υγεία, αλλά εμπεριέχει ένα σύνολο αρχών που προσδιορίζουν την ηλεκτρονική υγεία, όπως η αποδοτικότητα, η ενδυνάμωση, η ενθάρρυνση, η εκπαίδευση, η ισότητα και άλλα. Οι Θεμελιώδεις Αρχές της ηλεκτρονικής υγείας όπως περιγράφηκαν από τον **Eysenbach G., 2001** είναι οι παρακάτω:

**Αποδοτικότητα (Efficiency):** Η ηλεκτρονική υγεία στοχεύει στην αύξηση της αποδοτικότητας της παρεχόμενης ιατρικής περίθαλψης, και της ποιότητας των υπηρεσιών, μειώνοντας παράλληλα το κόστος της. Το σύστημα υγείας καλείται να εξισορροπήσει **τα υψηλά κόστη της υγειονομικής περίθαλψης, αξιοποιώντας** μεταξύ άλλων, **με βέλτιστο τρόπο, τους διαθέσιμους πόρους του που τείνουν σταθερά να μειώνονται [1].** Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί η μείωση του κόστους των εργαστηριακών εξετάσεων, διότι με την καταγραφή τους στον ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο, αποφεύγονται οι πολλαπλές εξετάσεις. Αυτό έχει εξίσου θετική επίδραση και στην ψυχολογία του ασθενή αφού καταπονείται λιγότερο με λιγότερες επισκέψεις σε ιατρούς.

**Βελτίωση της ποιότητας περίθαλψης (Enhancing quality):** Μέσω της αύξησης της αποδοτικότητας επιτυγχάνεται παράλληλα, και η βελτίωση της ποιότητας περίθαλψης του ασθενούς. Πιο συγκεκριμένα, επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή φροντίδα σε περισσότερους ασθενείς αφιερώνοντας λιγότερο χρόνο ανά περιστατικό, απελευθερώνοντας τις νοσοκομειακές κλίνες και περιορίζοντας την ιατροφαρμακευτική δαπάνη. Συνοψίζοντας, παρατηρείται αύξηση της παραγωγικότητας στη μονάδα του χρόνου και οι πιθανότητες ιατρικών λαθών τείνουν να μειώνονται, ενισχύοντας το αίσθημα εμπιστοσύνης των ασθενών στο σύστημα υγείας [5].

**Ενδυνάμωση πολιτών και ασθενών (Empowerment):** Είναι γεγονός ότι ένας αυξανόμενος αριθμός ασθενών στρέφεται στο διαδίκτυο για πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες και απόκτηση γνώσεων απαραίτητες για καλύτερη υγεία. Η ενδυνάμωση του ασθενούς, ως αποτέλεσμα της πληροφόρησης, συμβάλλει στην καλύτερη επικοινωνία του με το θεράποντα ιατρό και αποτελεί σημαντικό συστατικό στοιχείο της περίθαλψης του. Στο ασθενο-κεντρικό μοντέλο, ο ασθενής συμμετέχει ενεργά στη διαχείριση της νόσου του, αναπτύσσοντας μια στενή σχέση ιατρού-ασθενή, στα πλαίσια της οποίας υιοθετείται μια προσωποκεντρική προσέγγιση στην αντιμετώπιση του ασθενή και των προβλημάτων του, με στόχο το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

**Ενίσχυση της αλληλεπίδρασης (Encouragement):** Ενισχύεται η σχέση μεταξύ του ασθενούς και του επαγγελματία υγείας, στην οποία οι αποφάσεις λαμβάνονται με κοινό στόχο την ευημερία του ασθενούς. Εντούτοις, για να επιτευχθεί το παραπάνω, η σχέση αυτή θα πρέπει να διέπεται από ειλικρίνεια, εμπιστευτικότητα και εχεμύθεια.

**Συνεχής Εκπαίδευση (Education):** Ενθαρρύνεται η συνεχής εκπαίδευση των ιατρών και του παραϊατρικού προσωπικού μέσω διαδικτύου (Τηλεκπαίδευση) αλλά και η ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα υγείας. (πχ. ενημέρωση των πολιτών μέσω διαδικτύου, με στόχο την πρόληψη)

**Διευκόλυνση της ανταλλαγής πληροφορίας (Enabling information exchange and communication):** Προάγεται η διαλειτουργικότητα, και η δυνατότητα προσπέλασης και ελέγχου δεδομένων διαφόρων συστημάτων μέσω ενός ενιαίου συστήματος διοίκησης και διαχείρισης. Έτσι, επιτυγχάνεται καλύτερος συντονισμός των παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. Η πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων υγείας και στο προσωπικό ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο γίνεται μέσω διαδικτύου.

**Επέκταση της εμβέλειας της ιατρικής περίθαλψης (Extending the scope of health care beyond its conventional boundaries):** Η γεωγραφική απόσταση εκμηδενίζεται και παύει να στέκεται πλέον εμπόδιο στη παροχή υπηρεσιών υγείας. Παρέχεται ισότιμη πρόσβαση στην υγεία ακόμη και σε κατοίκους απομακρυσμένων περιοχών, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους από κακή πρακτική ιατρικής φροντίδας, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Οι πολίτες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε online ιατρικές υπηρεσίες, με σκοπό την παρακολούθηση της υγείας τους και την καθοδήγηση τους από τους γιατρούς για την ανακούφιση των συμπτωμάτων τους. Συγχρόνως **αναβαθμίζεται και η ποιότητα της ιατρικής φροντίδας, προσφέροντας άμεσα και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα [1]** με συνέπεια το σύστημα υγείας να γίνεται πιο οικονομικό και πιο βιώσιμο.

**Ασφάλεια:** Μια από τις νέες προκλήσεις που προκύπτουν σε θέματα ασφάλειας των εφαρμογών Ηλεκτρονικής Υγείας, αποτελεί η διασφάλιση του ιατρικού απορρήτου. Ο ιατρός πρέπει να είναι σε θέση να διασφαλίσει την τήρηση των πρωτόκολλων ασφαλείας, όταν πλέον όλες οι πληροφορίες του ιστορικού του ασθενούς βρίσκονται συγκεντρωμένες σε ένα ενιαίο σύστημα. Αξίζει να σημειωθεί πως είναι αναγκαία όσο ποτέ, η ενημέρωση και εκπαίδευση του ιατρικού προσωπικού σε ζητήματα ασφάλειας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα.

**Ισότητα:** Με την ενίσχυση της ισότιμης πρόσβασης όλων των πολιτών στην παροχή υπηρεσιών ιατρικής περίθαλψης, είναι δυνατό να αποτραπεί η δημογραφική διαρροή από την περιφέρεια προς το κέντρο, συμβάλλοντας έτσι στην καλύτερη υγεία και προστασία του γενικού πληθυσμού. Είναι προτιμότερη επομένως, **η μετακίνηση τεχνογνωσίας αντί της μετακίνησης ασθενών [1].**

### 2.3 Η ένταξη της Ηλεκτρονικής Υγείας στην Ελλάδα

Η Ηλεκτρονική Υγεία στο ελληνικό κράτος εντάσσεται εντός του ελληνικού πλαισίου ανοικτής διακυβέρνησης e-GIF (Electronic Government Interoperability Framework) και της ηλεκτρονικής διαχείρισης της πληροφορίας, η οποία ανήκει στην ψηφιακή στρατηγική 2006–2013 (για την προσαρμογή των υπηρεσιών στις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής) [1]. Για την περαιτέρω προώθηση της ηλεκτρονικής υγείας συστάθηκε το 2015 το Εθνικό Συμβούλιο Διακυβέρνησης Ηλεκτρονικής Υγείας (ΕΣΔΗΥ), που εδρεύει στο Υπουργείο Υγείας. [1] Ορισμένα προγράμματα τα οποία ολοκληρώθηκαν με επιτυχία στη χώρα μας είναι: το Πρόγραμμα Τηλεφροντίδας Renewing Health το έτος 2014, το ευρωπαϊκό πρόγραμμα SmartCare το 2016, και η συμμετοχή της χώρας μας στο UnitedforHealth για τη παροχή τηλεφροντίδας ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη.[2]

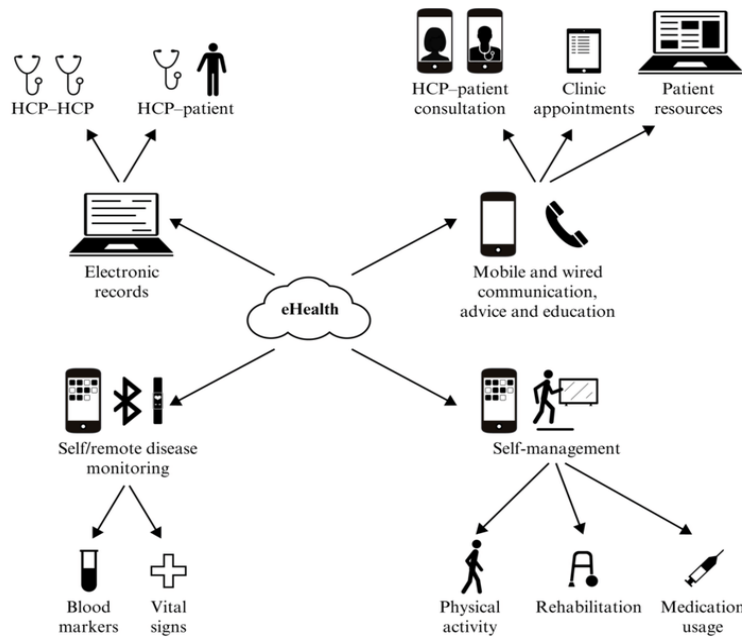
### 2.4 Εφαρμογές της ηλεκτρονικής Υγείας

Οι εφαρμογές ηλεκτρονικής υγείας δεν περιορίζονται μόνο στην παροχή εξ' αποστάσεως παροχής ιατρικής βοήθειας, αλλά σε αυτές συγκαταλέγονται ακόμα:

- Η ηλεκτρονική κράτηση ιατρικών αρχείων (EHR / EMR), όπως ο ηλεκτρονικός φάκελος ασθενούς ή, αλλιώς, ηλεκτρονικός φάκελος υγείας, η ηλεκτρονική κάρτα υγείας, η ηλεκτρονική συνταγογράφηση, η άυλη συνταγογράφηση κ.α.
- Η ανάπτυξη συστημάτων τηλεϊατρικής, όπως για παράδειγμα με τη ανάπτυξη συστημάτων τηλεπαρακολούθησης, τηλεσυμβουλευτικής (teleconsultation), και φροντίδας κατ' οίκον.
- Η ηλεκτρονική παρακολούθηση των προμηθειών, οποία αποτελεί ένα σύστημα που διαχειρίζεται τις προμήθειες, καταγράφει τις ελλείψεις, και παράλληλα μπορεί να δημιουργεί αιτήματα αντικατάστασης τους, έχοντας υπολογίσει το κόστος τους και την ισχύουσα νομοθεσία .
- Η ηλεκτρονική παραπομπή (eReferral), αφορά τη ασφαλή μεταφορά των πληροφοριών του ασθενούς από το πληροφοριακό σύστημα μιας δομής υγείας σε ένα άλλο.
- Η ηλεκτρονική αποπληρωμή υπηρεσιών υγείας ή επιστροφή των ιατρικών εξόδων, μέσω της Ευρωπαϊκής Κάρτας Ασφάλισης Ασθενείας, για όσους πολίτες βρίσκονται στο εξωτερικό εντός της ΕΕ., υπάρχει η δυνατότητα να πληρώσουν μέρος του κόστους των ιατρικών εξόδων και έπειτα να αποζημιωθούν από τον ασφαλιστικό φορέα στον οποίο ανήκουν.
- Η χρήση προσωπικών φορητών συστημάτων επικοινωνίας και κινητών τηλεφώνων (m-health). Αφορά εφαρμογές ηλεκτρονικής υγείας οι οποίες έχουν αναπτυχθεί για wearables, smartphones, συσκευών παρακολούθησης ασθενών, προσωπικών ψηφιακών βοηθών (PDAs - Personal Digital Assistants), καθώς και άλλων φορητών συσκευών.
- Η χρήση ιατρικών αισθητήρων, αισθητήρων φυσικής άσκησης, οι οποίοι σε συνδυασμό με την ανάπτυξη λογισμικού για φορητές συσκευές και έξυπνα κινητά τηλέφωνα συμβάλλουν στην

προώθηση της αυτό-παρακολούθησης, δηλαδή της παρακολούθησης της φυσικής κατάστασης και υγείας από τον ίδιο τον ασθενή, χρήστη των m-health εφαρμογών.

Σε συνέχεια με τα παραπάνω, στην **εικόνα 2** μπορούμε να δούμε σχηματικά διάφορους τύπους e-health εφαρμογών και τους τομείς εφαρμογής τους, όπως για παράδειγμα η ηλεκτρονική κράτηση ιατρικού αρχείου, η χρήση τηλεπικοινωνιακών συστημάτων για τηλε-συμβουλευτική και τηλεεκπαίδευση, η αυτό-παρακολούθηση, και η Τηλε-παρακολούθηση.

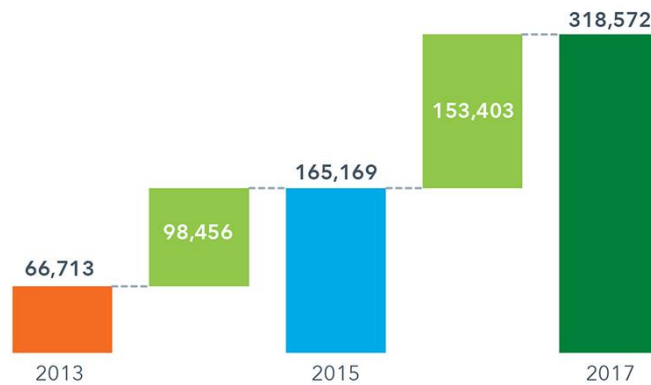


Εικόνα 2- E-health τεχνολογίες και ιατρική περίθαλψη. [4]

### 2.4.1 M-Health

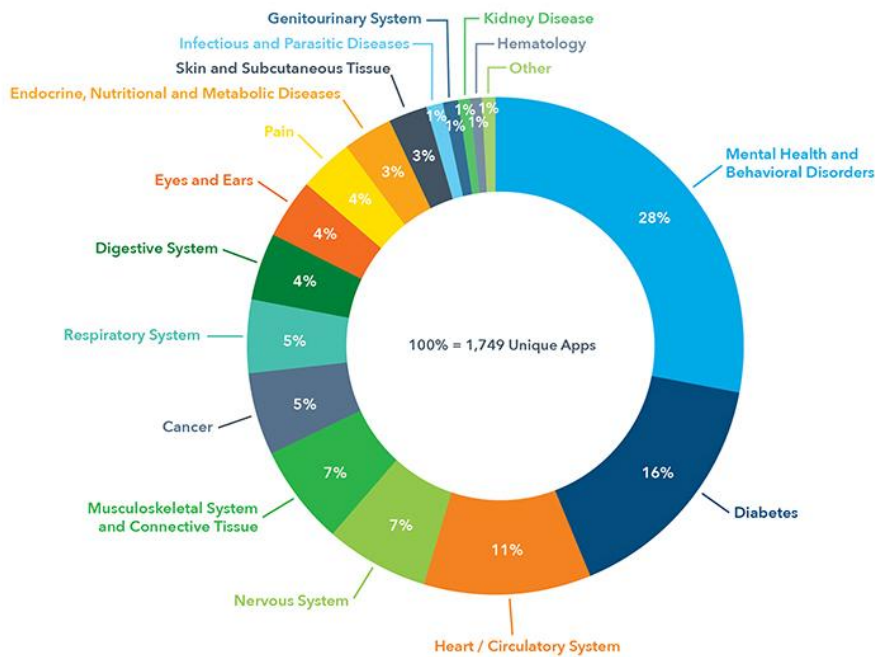
Η m-health ή αλλιώς κινητή υγεία «κ-υγεία», είναι υποσύνολο της ηλεκτρονικής υγείας. Η m-health όπως προαναφέρθηκε, κάνει χρήση των ήδη υπαρχόντων τεχνολογικών λύσεων των έξυπνων κινητών τηλεφώνων, όπως η μετάδοση της φωνής και η ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων, η εκμετάλλευση των τηλεπικοινωνιακών δικτύων (3G, 4G, 5G), η χρήση τεχνολογιών εντοπισμού θέσης (Global Positioning System-GPS), οι τεχνολογίες Bluetooth, κ.ά. σε συνδυασμό με νέες δυνατότητες της ανάπτυξης λογισμικού όπως είναι η καταγραφή και μέτρηση ζωτικών σημμάτων μέσω αισθητήρων (πχ. ιατρικών αισθητήρων, αισθητήρων φυσικής άσκησης) και η αυτο-παρακολούθηση, προάγοντας τη υγεία του γενικού πληθυσμού. Η πλειονότητα των m-health εφαρμογών αφορούν τους χρήστες σε αυτή την περίπτωση τους ασθενείς, ενώ άλλες προορίζονται για τους ιατρούς και άλλους παρόχους υγείας. **Οι m-health εφαρμογές καθιστούν προσβάσιμη, περισσότερο αποδοτική, οικονομική, και άμεση, την φροντίδα υγείας [5]. Οι λόγοι που συνέβαλλαν στην ανάπτυξη αυτού του τομέα είναι η γήρανση του πληθυσμού, η τάση για εξατομικευμένες υπηρεσίες υγείας[5], αλλά και η τάση για εκσυγχρονισμό του συστήματος υγείας.**

Σύμφωνα με έρευνα του ινστιτούτου **IQVIA** [8] οι εφαρμογές υγείας οι οποίες είναι διαθέσιμες στα δημοφιλή app stores υπολογίζονταν γύρω στις 318,000 παγκοσμίως το 2017. **(εικ.3)**



**Εικόνα 3 - Πλήθος healthcare εφαρμογών [8]**

Όπως προκύπτει από την παραπάνω έρευνα [8], το μεγαλύτερο ποσοστό των εφαρμογών ηλεκτρονικής υγείας, κατά 28% αφορούν την Ψυχική Υγεία - Διαταραχές Συμπεριφοράς και στη δεύτερη θέση κατά 18% το Διαβήτη. Ακολουθούν εφαρμογές που αφορούν τη Καρδιά και το Κυκλοφορικό, το Νευρικό Σύστημα, τα Μυοσκελετικά, το Καρκίνο, το Αναπνευστικό, την Όραση, τον Πόνο, Ενδοκρινικές, Διατροφικές και Μεταβολικές παθήσεις κ.α. **(εικ. 4)** Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι στα δημοφιλή app stores βρίσκονται διαθέσιμα περίπου 1.749 διαφορετικά είδη εφαρμογών ηλεκτρονικής υγείας.



**Εικόνα 4- Διαφορετικά είδη healthcare εφαρμογών [8]**

### 2.4.1.1 Οφέλη από την χρήση m-health εφαρμογών

Τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση m-health εφαρμογών, σύμφωνα με αποτελέσματα μελέτης της **European Commission, 2014 [6]**, είναι ότι οι εφαρμογές m-health συμβάλλουν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην πρόληψη παθήσεων, και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της αυτό-παρακολούθησης και της υιοθέτησης ενός υγιεινού τρόπου ζωής. Μεταξύ άλλων, οδηγούν σε μια πιο αποτελεσματική και βιώσιμη υγειονομική περίθαλψη, με την εξοικονόμηση των χρησιμοποιούμενων πόρων, αλλά και με τη παροχή της συνολικής εικόνας των ασθενειών και των συμπεριφορών των ασθενών, μέσω της ανάλυσης των Big data στο χώρο της υγείας.

Όσο αφορά την εξοικονόμηση των χρησιμοποιούμενων πόρων, τα αποτελέσματα στατιστικής έρευνας της **Statista** που δημοσιεύτηκαν τον Οκτώβριο του 2016 [14] μεταξύ 2600 συμμετεχόντων που έκαναν χρήση m-health εφαρμογών, αποκαλύπτουν ότι οι m-health εφαρμογές μπορούν να μειώσουν έως και 63% τα έξοδα επανανοσηλίας. Ακολούθως, τα κόστη των ιατρικών επισκέψεων μειώνονται σε ποσοστό 44%, και τα κόστη των επαναλαμβανόμενων εξετάσεων και θεραπειών έως και 23%.

Παράλληλα, καλλιεργούν την ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα υγείας, και την ενδυνάμωση των ασθενών, μέσω της ενημέρωσης τους για τα οφέλη της πρόληψης στην υγεία μας. Τέλος, δε θα μπορούσαμε να μην αναφέρουμε ότι οι m-health εφαρμογές συμβάλλουν στη συμμόρφωση των ασθενών με τη θεραπευτική αγωγή που τους έχει συστηθεί.

## 2.5 Προκλήσεις

Παρόλα τα οφέλη που προκύπτουν από την υιοθέτηση των εφαρμογών ηλεκτρονικής υγείας παρουσιάζονται σοβαρές προκλήσεις [5] τις οποίες δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε. Οι σημαντικότερες από αυτές περιλαμβάνουν την δυσκολία υιοθέτησης νέων τεχνολογικών καινοτομιών στην φροντίδα υγείας, λόγω του ψηφιακού χάσματος που υφίσταται. Ειδικά, στο ελληνικό σύστημα υγείας, η αποδοχή των νέων τεχνολογικών λύσεων γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς. Ένα ακόμα ζήτημα που έρχεται να προστεθεί σε αυτό είναι η έλλειψη διαλειτουργικότητας μεταξύ των e-health συστημάτων και το υψηλό κόστος ανάπτυξης εφαρμογών e-health.

Η σχέση κόστους - αποτελεσματικότητας του συστήματος, ουσιαστικά τείνει στην παραδοχή ότι για να επιτευχθεί επιθυμητή αποτελεσματικότητα, απαιτείται χρόνος και το κόστος που πρέπει να καλυφθεί είναι ιδιαίτερα υψηλό. Πέραν τούτου, η ανάπτυξη e-health πληροφοριακών συστημάτων συναντά εμπόδια όπως η αδυναμία εύρεσης χρηματοδότησης για τα προτζεκτ ανάπτυξης λογισμικού που εντείνει το πρόβλημα του υψηλού κόστους. Επιπρόσθετα, η απουσία ενός σαφούς νομικού πλαισίου και η ανυπαρξία νομικής κατοχύρωσης m-health εφαρμογών, δεν ενθαρρύνουν την ανάπτυξη τους.

Εντούτοις, αυτό που ανησυχεί τους πολίτες είναι το ζήτημα της ασφάλειας και εμπιστευτικότητας των προσωπικών τους πληροφοριών και η έλλειψη διαφάνειας όσο αφορά την διαχείριση των πληροφοριών. Επιπλέον, οι προκλήσεις ασφαλείας, οι οποίες έχουν άμεσο αντίκτυπο στην αξιοπιστία της εφαρμογής, είναι παράγοντες οι οποίοι χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής.

Τέλος, η ισότητα πρόσβασης από όλες τις κοινωνικές ομάδες αποτελεί πραγματική πρόκληση για τους σχεδιαστές και τους προγραμματιστές των e-health εφαρμογών, οι οποίοι οφείλουν να

μεριμνήσουν για την πρόσβαση είτε ηλικιωμένων ατόμων, είτε ΑμεΑ ατόμων και να προσαρμόσουν την διεπαφή για τις δικές τους ανάγκες.

## 2.6 Σχεδιασμός E-health εφαρμογών

Κατά τον σχεδιασμό μιας e-health εφαρμογής, οι μηχανικοί λογισμικού ακολουθούν μια σειρά από βήματα για να εξασφαλίσουν ότι θα παραχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, με την μικρότερη δυνατή προσπάθεια σε συνδυασμό με τη χρήση όσο το δυνατόν λιγότερων πόρων. Η μεθοδολογία ανάπτυξης που ακολουθείται, πρόκειται για την εφαρμογή των Αρχών της Τεχνολογίας Λογισμικού, η οποία έχει κοινά στοιχεία με την μεθοδολογία ανάπτυξης οποιασδήποτε άλλης εφαρμογής.

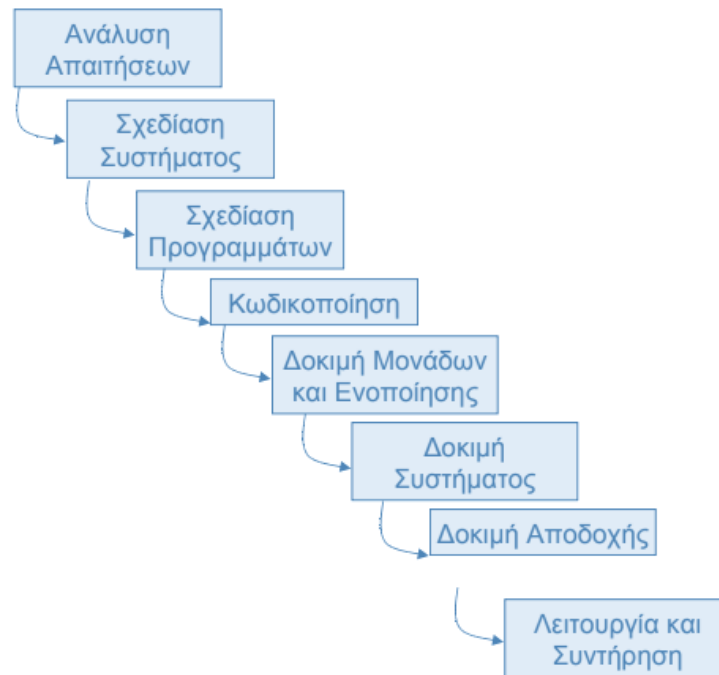
Ξεκινώντας, θα κάνουμε λόγο για τις προϋποθέσεις ανάπτυξης λογισμικού. Οι προϋποθέσεις ανάπτυξης λογισμικού περιλαμβάνουν μια σειρά από απαιτήσεις και εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν. Οι απαιτήσεις δεν είναι τίποτα άλλο παρά, οι λειτουργίες που επιθυμεί ο πελάτης να πραγματοποιούνται από το λογισμικό, και ο σκοπός για τον οποίο αναπτύσσεται. Για αυτό το λόγο είναι σημαντικό να συζητηθούν από τους εμπλεκόμενους και να καταγραφούν :

- ο σκοπός ανάπτυξης της εφαρμογής,
- ο τομέας εφαρμογής της,
- ο τύπος της συσκευής που θα χρησιμοποιηθεί,
- η επικοινωνιακή υποδομή,
- οι γλώσσες προγραμματισμού, τα εργαλεία και οι τεχνολογίες ανάπτυξης λογισμικού που θα χρησιμοποιηθούν.

Για την περιγραφή των διαφόρων φάσεων ανάπτυξης λογισμικού έχουν δημιουργηθεί μια σειρά από μοντέλα κύκλου ζωής. Ο κύκλος ζωής λογισμικού αποτελείται από 8 στάδια.

- (α) την Εξαγωγή και Ανάλυση Απαιτήσεων
- (β) την Σχεδίαση Συστήματος
- (γ) την Σχεδίαση Προγραμμάτων
- (ε) τη Κωδικοποίηση
- (στ) τη Δοκιμή Μονάδων και Ενοποίησης
- (ζ) τη Δοκιμή Συστήματος
- (η) τη Δοκιμή Αποδοχής
- (θ) τη Παράδοση, Λειτουργία και Συντήρηση Συστήματος

Ένα από τα πιο γνωστά μοντέλα στη διεθνή βιβλιογραφία είναι το γραμμικό μοντέλο καταρράκτη (Waterfall Model) στην **εικ.5** , το οποίο περιγράφει την διαδικασία ανάπτυξης λογισμικού, από την κατανόηση του συστήματος με την καταγραφή των απαιτήσεων και «κυλά» σταδιακά προς την υλοποίηση, και τις διαδικασίες συντήρησης του λογισμικού.



**Εικόνα 5 - Φάσεις μοντέλου καταρράκτη. [16]**

Άλλα μοντέλα που ακολούθησαν ήταν το Γραμμικό μοντέλο με δημιουργία πρωτοτύπων, το Μοντέλο V, το Μοντέλο Δημιουργίας Πρωτοτύπου (Prototype Model), το Μοντέλο Καθορισμού Λειτουργικών Προδιαγραφών, το Μοντέλο Τυπικών Μετασχηματισμών, το Μοντέλο Ανάπτυξης σε φάσεις, το Σπειροειδές Μοντέλο (Spiral Model), το Agile Model και Extreme Programming (EP) [16].

Ειδικά για την ανάπτυξη mobile εφαρμογών, για παράδειγμα, m-health εφαρμογών τις οποίες μελετάμε, όπως περιγράφεται από τις **Anureet Kaur, Anureet Kaur, 2015 [15]**, δεν υπάρχει μέχρι στιγμής κάποιο διαδεδομένο μοντέλο ανάπτυξης λογισμικού, αλλά εφαρμόζονται κατά περίπτωση, κρίνοντας ανάλογα με το αν τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε μοντέλου καλύπτουν τις ανάγκες της ανάπτυξης της εφαρμογής. Συνήθως, λόγω της φύσης του mobile προγραμματισμού, προτιμούνται μοντέλα με σύντομους κύκλους ζωής λόγω της ανάγκης για συχνές ενημερώσεις του λογισμικού.

Η σχεδίαση της εφαρμογής θα πρέπει εξ' ορισμού να είναι προσανατολισμένη στον τελικό χρήστη της εφαρμογής. Για αυτό το λόγο, η συμμετοχή του χρήστη κατά τα στάδια σχεδιασμού και οργάνωσης της εφαρμογής κρίνεται απαραίτητη, καθώς είναι σημαντικό να γνωρίζουν οι σχεδιαστές της εφαρμογής τις απαιτήσεις όλων των χρηστών που εμπλέκονται, το γνωστικό τους υπόβαθρο, την εξοικείωση με τα τεχνολογικά μέσα και άλλα χαρακτηριστικά. Επιπλέον, θα πρέπει να είναι προδιαγεγραμμένοι και απολύτως σαφείς οι ρόλοι όλων των εμπλεκόμενων στα στάδια του σχεδιασμού, οργάνωσης και λειτουργίας της εφαρμογής.

Για αυτό το σκοπό διενεργείται πρωτίστως η Ανάλυση των Απαιτήσεων. Αρχικά, καταγράφονται οι λειτουργικές και οι ποιοτικές απαιτήσεις, οι απαιτήσεις πλατφόρμας, διεργασίας (μη λειτουργικές απαιτήσεις) της εφαρμογής. Βάσει των απαιτήσεων που αναφέραμε παραπάνω κατασκευάζεται το μοντέλο περιπτώσεων χρήσης. Έπειτα, δημιουργούνται τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης, τα λεγόμενα use case diagrams. Στη συνέχεια οι σχεδιαστές λογισμικού κατασκευάζουν τα διαγράμματα κλάσεων (class diagrams), διαγράμματα δραστηριοτήτων (activity diagrams), διαγράμματα ροής

δεδομένων κ.α. Τέλος, ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή των πακέτων εργασίας του συστήματος και του σχεδίου δράσης, και η σχεδίαση χρονοδιαγραμμάτων όπως είναι τα Gantt diagrams.

Προχωρώντας παρακάτω θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη σχεδίαση της διεπαφής. Στην περίπτωση που η εφαρμογή απευθύνεται σε απλούς χρήστες, η εμφάνιση των περιεχομένων θα πρέπει να είναι σαφής και ευδιάκριτη, η γλώσσα να είναι απλή και κατανοητή, και οι σύνθετοι ιατρικοί όροι θα πρέπει να αποφεύγονται. Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να σημειωθεί, ότι η χρήση της τεχνολογίας μπορεί να αποτελεί «παιχνίδι» για τους νέους, όμως δεν ισχύει το ίδιο και για μεγαλύτερες ηλικίες. Έτσι, θα πρέπει οι σχεδιαστές να μεριμνήσουν ώστε η χρήση της εφαρμογής να αποτελεί ευχάριστη εμπειρία και για τους λιγότερο εξοικειωμένους χρήστες.

Εντούτοις, για να είναι αποτελεσματική η e-health εφαρμογή που θα αναπτυχθεί θα πρέπει να ανταποκρίνεται σε μια σειρά από προκλήσεις που αναφέρονται στην ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων των ασθενών, την σχέση αποτελεσματικότητας - κόστους ανάπτυξης αυτών των εφαρμογών, και άλλες παραμέτρους όπως περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα 2.4. Ακόμα, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή σε ζητήματα :

- ευχρηστίας /εργονομίας
- παροχής προσβασιμότητας σε άτομα ΑΜΕΑ
- ασφάλειας δεδομένων: εμπιστευτικότητα – ακεραιότητα - έλεγχος αυθεντικότητας.
- νομοθετικές ρυθμίσεις
- πρότυπα διασύνδεσης της συσκευής.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι η κατασκευή μιας e-health εφαρμογής αποτελεί ένα σύνθετο έργο και απαιτεί την αρμονική συνεργασία επαγγελματιών από το χώρο της Ιατρικής και της Πληροφορικής με κοινό στόχο την αποτελεσματικότητα της υπηρεσίας.

### 2.7 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφερθήκαμε στο τομέα της Ηλεκτρονικής Υγείας και το πως αυτή μπορεί να ασκήσει θετική επιρροή στη ποιότητα ζωής των πολιτών. Αναφερθήκαμε εκτενώς στους στόχους της Ηλεκτρονικής Υγείας και απαριθμήσαμε μια σειρά από e-health εφαρμογές όπως είναι: η ηλεκτρονική κράτηση ιατρικών αρχείων όπως ο ηλεκτρονικός φάκελος, η ανάπτυξη συστημάτων τηλεϊατρικής, οι m-health εφαρμογές κ.α. Στην συνέχεια έγινε λόγος για την m-health, τα χαρακτηριστικά της και τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση των m-health εφαρμογών. Ακόμα, παραθέσαμε τις προκλήσεις που παρουσιάζονται κατά την υιοθέτηση των εφαρμογών ηλεκτρονικής υγείας και την αποδοχή τους από την κοινωνία. Τέλος, παρουσιάσαμε τα σημαντικότερα σημεία κατά τον σχεδιασμό και την οργάνωση μιας e-health εφαρμογής .

## Κεφάλαιο 3ο : Συστήματα συστάσεων – Recommendation Systems

### 3.1 Εννοιολογική προσέγγιση

Ήδη από τις αρχές του 21ου αιώνα, έκαναν την εμφάνιση τους η ραγδαία αύξηση του όγκου των δεδομένων και η εκτόξευση του πλήθους των χρηστών του διαδικτύου, οι οποίες οδήγησαν στο πρόβλημα της υπερ-πληροφόρησης ή υπερφόρτωσης πληροφοριών (Information Overload). Ο όρος αυτός περιγράφει την ύπαρξη πολλών διαφορετικών πηγών πληροφόρησης για κάθε τι που αναζητά ο χρήστης στο διαδίκτυο, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η αξιολόγηση και η κατανόηση της πληροφορίας. Έτσι, γεννήθηκε η ανάγκη δημιουργίας ενός συστήματος για την διαχείριση του τεράστιου αυτού όγκου δεδομένων και την οργάνωση των πληροφοριών, ώστε να διευκολυνθεί η περιήγηση του χρήστη στο διαδίκτυο.

Οι πρώτες προσπάθειες εξεύρεσης λύσης στο πρόβλημα της υπερ-πληροφόρησης οδήγησαν στην εφεύρεση των Συστημάτων Ανάκτησης Πληροφορίας. Η διαδικασία της ανάκτησης περιλαμβάνει συνοπτικά την δημιουργία ερωτημάτων από το χρήστη στο πεδίο της αναζήτησης, στην συνέχεια το σύστημα ανάκτησης προσδιορίζει τη ζητούμενη πληροφορία και έπειτα, αναλαμβάνει την επιστροφή των σχετικών με το θέμα εγγράφων με φθίνουσα σειρά. Εκτός από την αναζήτηση δίνεται επιπλέον στο χρήστη η δυνατότητα περιήγησης στα επιστρεφόμενα έγγραφα λειτουργώντας συνεργατικά, ούτως ώστε ο χρήστης να μπορεί να μελετήσει τα αποτελέσματα της αναζήτησης. Αρχικά, ο τύπος δεδομένων που επεξεργάζονταν τα ΣΑΠ αποτελούσαν έγγραφα κειμένου, ως τη δεκαετία του 50, και αργότερα προστέθηκαν η εικόνα, ο ήχος, τα βίντεο και γενικά, δεδομένα που είναι προσβάσιμα μέσω του διαδικτύου. Ωστόσο, το μειονέκτημα της χρήσης των συστημάτων Ανάκτησης Πληροφορίας είναι ότι τα αποτελέσματα που επιστρέφονται είναι όμοια για όλους τους χρήστες, και όχι σε συνάρτηση με τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη.

Έτσι, για πρώτη φορά, τέθηκε επί τάπητος το ζήτημα της διάκρισης της χρήσιμης, για το χρήστη, πληροφορίας από άλλες περιττές πληροφορίες, βάσει των ενδιαφερόντων τους. Για αυτό το σκοπό αναπτύχθηκαν τα συστήματα “Διήθησης Πληροφορίας (Information Filtering)”, τα οποία για να επεξεργαστούν τις πληροφορίες κατά αυτό τον τρόπο χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένες τεχνικές. Επιπρόσθετα, τα δεδομένα που συλλέγουν και επεξεργάζονται τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι Δομημένα ή και Ημι-δομημένα δεδομένα [17] , δηλαδή, μπορούν να επεξεργάζονται δεδομένα διάφορων τύπων όπως είναι : έγγραφα, εικόνα, ήχος, βίντεο κ.α. [17]

Μετεξέλιξη των συστημάτων Διήθησης Πληροφορίας αποτέλεσαν τα σημερινά Συστήματα Συστάσεων. Σύμφωνα με αναφορές στην διεθνή βιβλιογραφία, τα πρώιμα Συστήματα Συστάσεων έκαναν την εμφάνιση τους στα μέσα της δεκαετίας του '90 [14] , όταν οι εργαζόμενοι των επιχειρήσεων δεν μπορούσαν πλέον να διαχειριστούν τον τεράστιο όγκο εισερχόμενων μηνυμάτων

ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mails). Τότε έκανε την εμφάνιση του το Tapestry [15] το πρώτο Σύστημα Συστάσεων, το οποίο αναπτύχθηκε στο Xerox Palo Alto Research Center [14],[15],[16].

Για να πάρουν τα ΣΣ την μορφή που έχουν σήμερα, συνέβαλλαν τομείς της πληροφορικής, όπως η Ανάκτηση Πληροφοριών (Information Retrieval), και η Εξατομίκευση (Personalization), το Ηλεκτρονικό Εμπόριο (e-Commerce) κ.α. Στη βιβλιογραφία, τα ΣΣ αναφέρονται ως πληροφοριακά συστήματα βασισμένα σε αλγόριθμους, που φιλτράρουν τις πληροφορίες των χρηστών, στοχεύοντας στην πρόβλεψη των προτιμήσεων τους, με σκοπό να τους παράσχουν εξατομικευμένο περιεχόμενο. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα ΣΣ καθοδηγούν τους χρήστες με εξατομικευμένο τρόπο σε ενδιαφέροντα ή χρήσιμα αντικείμενα μέσα σε ένα μεγάλο χώρο πιθανών επιλογών [14]. Αλλά μήπως είναι κάτι παραπάνω από αυτό;

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των προτιμήσεων των χρηστών, για την ανάλυση των χαρακτηριστικών των αντικειμένων, αλλά και την παραγωγή των συστάσεων προέρχονται μεταξύ άλλων, από τη Μηχανική Μάθηση (Machine Learning), τη Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence) και τη Στατιστική (Statistics), όπως είναι οι αλγόριθμοι συσταδοποίησης (Clustering Algorithms), η ασαφής λογική (Fuzzy Logic), οι αλυσίδες Μαρκόφ (Markov Chains), η παλινδρόμηση (Regression) [13]. Εντούτοις, υπάρχει στροφή σε νέες τεχνικές σύστασης που βασίζονται στα κοινωνικά δίκτυα (Social Networks Based), στη μοντελοποίηση της εμπιστοσύνης (Trusted Based), στην ανάλυση του περιβάλλοντος και των συνθηκών διαμόρφωσης μιας πρότασης (Context-aware Based) [13].

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των ΣΣ είναι ότι, αντί να αφαιρούν τις λιγότερο σημαντικές πληροφορίες από τη ροή πληροφοριών, προσθέτουν σε αυτή τις πληροφορίες που σχετίζονται περισσότερο με τα ενδιαφέροντα του χρήστη, οι οποίες ουσιαστικά αποτελούν τις προτάσεις του συστήματος. Για την σύνθεση των προτάσεων, συλλέγονται πληροφορίες είτε με άμεσο τρόπο μέσα από το προφίλ του χρήστη, είτε με έμμεσο τρόπο, παραδείγματος χάριν μέσω των Cookies, ή με το κλικ σε κάποιο σύνδεσμο. Το προφίλ ενός χρήστη που δημιουργείται από την εφαρμογή μπορεί να περιέχει χρήσιμες πληροφορίες όπως είναι το UserId, η ηλικία, το φύλο, τα ενδιαφέροντα του χρήστη, τις αξιολογήσεις και τις αγορές που έχει κάνει στο παρελθόν κ.α.

Οι πληροφορίες αυτές συγκεντρώνονται όχι μόνο όταν ένας χρήστης αναζητά κάτι, αλλά και χωρίς την άμεση εισαγωγή από τον χρήστη όσο αυτός είναι ενεργός στο διαδίκτυο. Τα δεδομένα που συλλέγονται στη συνέχεια αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων της εφαρμογής. Έπειτα, επεξεργάζονται με κατάλληλες μεθόδους ανάλυσης δεδομένων, οι οποίες υπολογίζουν τι είδους υπηρεσίες προτιμά ο χρήστης και το βαθμό προτίμησης αυτών των υπηρεσιών. Οι συστάσεις που εξάγονται από το ΣΣ είναι συνήθως εξατομικευμένες λίστες αντικειμένων, στις οποίες το περιεχόμενο που προβάλλεται είναι προσανατολισμένο στον εκάστοτε χρήστη, και μπορεί να αλλάζει συνεχώς, δυναμικά. Ο βαθμός επιτυχίας των προτάσεων του Συστήματος Συστάσεων καθορίζει τελικά, και την αξιοπιστία του [13]. Όπως είναι κατανοητό, ο κάθε χρήστης, θα λαμβάνει διαφορετικές συστάσεις, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του.

Σύμφωνα με τους Adomavicius και Tuzhilin, 2005 [19] για τη δημιουργία των προτάσεων, είναι αναγκαίος ο υπολογισμός της χρησιμότητας ενός αντικειμένου για ένα χρήστη και μπορεί να εκφραστεί από τον ορισμό:

Έστω  $C$  το σύνολο όλων των χρηστών και  $S$  το σύνολο όλων των πιθανών προϊόντων /υπηρεσιών που μπορούν να προταθούν, και  $u$  μια βοηθητική μέθοδος που υπολογίζει τη χρησιμότητα ενός αντικειμένου  $s$  για ένα χρήστη  $c$ , η οποία είναι:

$$u: C \times S \rightarrow R$$

και τείνει προς το  $R$ , το οποίο είναι πλήρως διατεταγμένο σύνολο πραγματικών αριθμών.

Ακολούθως, ισχύει ότι για κάθε χρήστη  $c \in C$ , επιλεγούμε ένα αντικείμενο  $s' \in S$  τέτοιο ώστε να μεγιστοποιηθεί η χρησιμότητα του αντικειμένου για ένα χρήστη  $c$ :

$$\forall c \in C, s'_c = \arg \max_{s \in S} u(c, s) \quad (1)$$

Με πιο απλά λόγια, στα  $\Sigma\Sigma$  η χρησιμότητα ενός αντικειμένου αναπαριστάται με την αξιολόγηση (Rating) ενός χρήστη για ένα αντικείμενο. Οι αξιολογήσεις, μπορεί να είναι ένας οποιοσδήποτε πραγματικός αριθμός, συνήθως ένας αριθμός από το διάστημα  $[1,5]$ , με το αριθμό 5 να αντιπροσωπεύει την υψηλότερη βαθμολογία και το 1 την χαμηλότερη. **Ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής, η χρησιμότητα  $u$  είτε καθορίζεται από το χρήστη μέσω των αξιολογήσεων που κάνει, είτε υπολογίζεται από την εφαρμογή, μέσω μιας συνάρτησης χρησιμότητας. [19]**

Το πρόβλημα που προσπαθούν να λύσουν τα  $\Sigma\Sigma$  είναι το πώς η χρησιμότητα  $u$  μπορεί να υπολογιστεί για όλο το δειγματικό χώρο  $C \times S$ , και όχι μόνο για ένα μέρος του, δηλαδή όχι μόνο για όσα έχουν προηγουμένως αξιολογηθεί από το χρήστη. Οι συστάσεις του συστήματος για αντικείμενα που δεν έχουν αξιολογηθεί από το χρήστη, γίνονται από το σύστημα προσπαθώντας να προβλέψει την αξιολόγηση που θα έπαιρναν από το χρήστη. Σύμφωνα με τους **Adomavicius και Tuzhilin, 2005 [19]** αυτό συμβαίνει με δύο τρόπους, είτε προσδιορίζοντας τις Ευρετικές μεθόδους που ορίζουν τη συνάρτηση χρησιμότητας και επικυρώνοντας εμπειρικά την απόδοσή της, είτε υπολογίζοντας την συνάρτηση χρησιμότητας που βελτιστοποιεί συγκεκριμένα κριτήρια απόδοσης της, όπως για παράδειγμα το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα. Έπειτα, αφού υπολογιστούν οι αξιολογήσεις για τα μη αξιολογημένα αντικείμενα, επιλέγονται αυτά με την υψηλότερη βαθμολογία μεταξύ όλων των εκτιμώμενων αξιολογήσεων, για αυτόν τον χρήστη, σύμφωνα με την σχέση (1), και δημιουργούνται οι συστάσεις. Για τον υπολογισμό της χρησιμότητας των μη αξιολογημένων αντικειμένων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως αναφέραμε παραπάνω, αλγόριθμοι από τη μηχανική μάθηση, τη θεωρία προσέγγισης και άλλες Ευρετικές μεθόδους. Τα  $\Sigma\Sigma$  διακρίνονται σύμφωνα με την προσέγγισή τους στον υπολογισμό της αξιολόγησης. Για τις υπάρχουσες προσεγγίσεις φιλτραρίσματος θα αναφερθούμε εκτενώς στην συνέχεια του κεφαλαίου αυτού.

**Τα Συστήματα Συστάσεων βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορους κλάδους της οικονομίας όπως είναι το e-commerce, e-tourism, e-health, στις μεταφορές, τη γεωργία, τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, τη ψυχαγωγία κ.α. [12]** Μερικά παραδείγματα επιχειρήσεων που κάνουν χρήση των ΣΣ είναι οι : Amazon, eBay, Spotify, YouTube, Netflix, και άλλες. Ως επί το πλείστον, τα ΣΣ χρησιμοποιούνται στο ηλεκτρονικό εμπόριο για να προτείνουν προϊόντα ή υπηρεσίες σε χρήστες. Μια συνήθης πρακτική που χρησιμοποιείται από τις επιχειρήσεις, είναι να προσελκύουν πελάτες μέσω στοχευμένων διαφημίσεων στα κοινωνικά δίκτυα. Έχει παρατηρηθεί ότι χάρις την χρήση τους, έχει αυξηθεί σημαντικά το πλήθος των επισκεπτών των ηλεκτρονικών καταστημάτων, αποφέροντας μεγαλύτερα κέρδη στις επιχειρήσεις, και συνάμα, μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών.

Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου θα αναφερθούμε στην υιοθέτηση ΣΣ από εφαρμογές e-health. Πρόκειται για ένα νέο αναπτυσσόμενο τομέα με πολύ μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον. Μάλιστα, έχει παρατηρηθεί ότι ο συνδυασμός διαφορετικών προσεγγίσεων φιλτραρίσματος μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία του χρήστη, συμβάλλοντας στη συχνότερη επίσκεψη της εφαρμογής, άρα και καλύτερη διαχείριση της υγείας του όσο αφορά την ανάπτυξη m-health εφαρμογών .

### 3.2 Είδη φιλτραρίσματος

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιλογή του αλγόριθμου που θα χρησιμοποιηθεί για την συλλογή των πληροφοριών μπορεί να επηρεάσει την αποδοτικότητα του ΣΣ, καλούμαστε να επιλέξουμε ανάμεσα σε μια σειρά μεθόδων ανάλογα το είδος του φιλτραρίσματος που θέλουμε να επιτύχουμε. Όπως αναφέραμε παραπάνω, η διάκριση των ΣΣ σε προσεγγίσεις πραγματοποιείται σύμφωνα με τον υπολογισμό της χρησιμότητας των αντικειμένων για έναν χρήστη.

Μερικές από τις πιο γνωστές προσεγγίσεις είναι το Φιλτράρισμα βασισμένο στο Περιεχόμενο (Content-based), το Συνεργατικό Φιλτράρισμα (Collaborative filtering), και το Υβριδικό φιλτράρισμα (Hybrid-based). Αυτές οι τρεις προσεγγίσεις επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στο τρόπο με τον οποίο γίνονται οι συστάσεις. Στην περίπτωση του Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Περιεχόμενο, οι προτάσεις γίνονται στον χρήστη βάσει αντικειμένων που ο χρήστης έχει προτιμήσει στο παρελθόν.

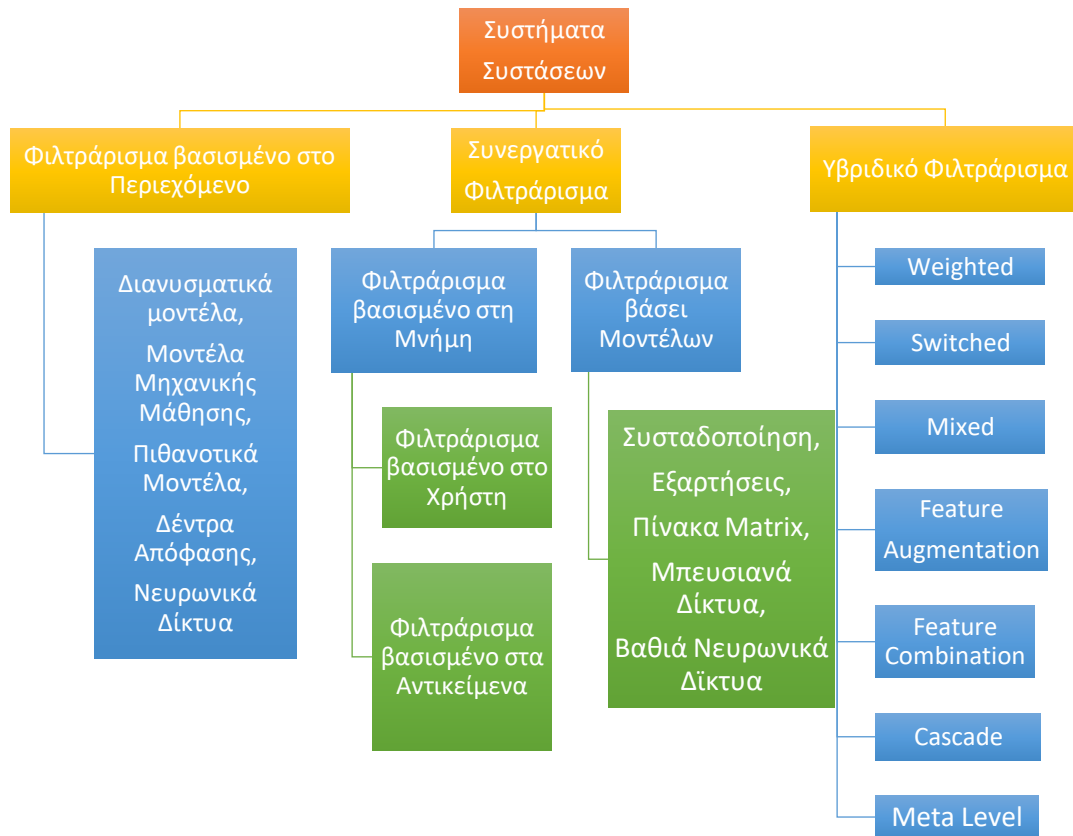
Στην περίπτωση του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος, οι προτάσεις γίνονται στον χρήστη βάσει αντικειμένων που έχουν επιλέξει άλλοι χρήστες με παρόμοιες προτιμήσεις με τον ενδιαφερόμενο χρήστη, στο παρελθόν. Δηλαδή, σε αυτή την προσέγγιση φιλτραρίσματος λαμβάνονται υπόψη από το σύστημα δύο παράμετροι: (α) οι αξιολογήσεις των χρηστών, και (β) η ομοιότητα των αντικειμένων.

Βλέποντας παράλληλα την **εικ.6**, τα συστήματα συστάσεων Συνεργατικού Φιλτραρίσματος μπορούν, με την σειρά τους, να ταξινομηθούν σε δύο επιμέρους κατηγορίες, σε αυτά που είναι βασισμένα στη Μνήμη (Memory - based) και σε αυτά που είναι βασισμένα σε μοντέλα (Model - based). Αντίστοιχα, η πρώτη κατηγορία, διακρίνεται σε δύο είδη φιλτραρίσματος, το Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στο Χρήστη (User - Based) και το Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στα Αντικείμενα (Item - Based).

Ενώ, όσο αφορά το Υβριδικό Φιλτράρισμα (Hybrid-based), οι προτάσεις διαμορφώνονται συνδυάζοντας και τις δύο βασικότερες προσεγγίσεις φιλτραρίσματος, για τη ανάπτυξη όσο το δυνατόν βέλτιστων συστάσεων.

Επιπρόσθετα, με την εξέλιξη των ΣΣ, έχουν κάνει την εμφάνιση τους νέες προσεγγίσεις φιλτραρίσματος, ορισμένες από τις οποίες θα αναφέρουμε σε αυτό το κεφάλαιο, σε αυτές περιλαμβάνεται: το Δημογραφικό Φιλτράρισμα (Demographic filtering), το Οικονομικό Φιλτράρισμα (Economic Filtering), και το Φιλτράρισμα βασισμένο στην γνώση (Knowledge - Based filtering) και τα συστήματα προτάσεων που βασίζονται σε βοηθητικά προγράμματα (Utility Based Filtering).

Στο παρακάτω διάγραμμα της **Εικ. 6**, αναλύονται οι τρεις πιο βασικές προσεγγίσεις φιλτραρίσματος, και οι επιμέρους κατηγορίες φιλτραρίσματος στις οποίες αυτές διακρίνονται, για τις οποίες αναφερθήκαμε μόλις [20]:



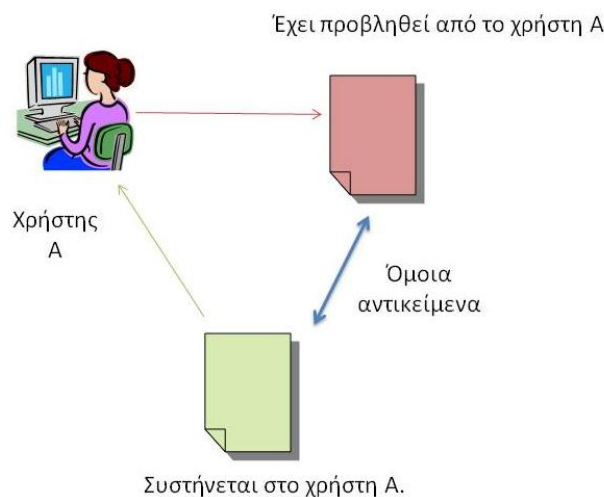
**Εικόνα 6 - Ταξινόμηση των Συστημάτων Σύστασης σε επιμέρους προσεγγίσεις [20]**

### 3.2.1 Φιλτράρισμα βασισμένο στο Περιεχόμενο (Content - Based Filtering)

Οι προσεγγίσεις φιλτραρίσματος βάσει Περιεχομένου (Content - Based Filtering approaches), προσδιορίζουν τις προτάσεις του συστήματος λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις που είχε ο χρήστης στο παρελθόν [19]. Οι Content - Based Filtering μέθοδοι αναφέρονται επίσης και ως μέθοδοι γνωστικού φιλτραρίσματος (Cognitive filtering) . Οι προσεγγίσεις αυτές συχνά χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του προβλήματος της υπερφόρτωσης πληροφορίας.

Σε αυτή την προσέγγιση, το σύστημα δημιουργεί προφίλ αντικειμένων (item profiles) για τα αντικείμενα για τα έχει δείξει προτίμηση ο χρήστης προηγουμένως, και αφότου διακρίνει τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων αυτών, δημιουργεί το προφίλ των προτιμήσεων του χρήστη (user profile). Το προφίλ αντικειμένου περιλαμβάνει ένα σύνολο από χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου. Το προφίλ ενός χρήστη από την άλλη μεριά περιέχει τις προτιμήσεις του χρήστη, δηλαδή λέξεις-κλειδιά που αναπαριστούν τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που του αρέσουν. Συνηθίζεται να αναπαρίστανται ως διανύσματα (Vectors) βάρους ( $w_{c1}, \dots, w_{cn}$ ) όπου κάθε διάνυσμα  $w_{ci}$  μπορεί να παίρνει Boolean ή πραγματικές τιμές. Το βάρος  $w_{ci}$  αποτελεί ουσιαστικά το πόσο σημαντική είναι μια λέξη-κλειδί για ένα χρήστη  $c$ . Στην συνέχεια, το ΣΣ δημιουργεί προτάσεις που βασίζονται στο βαθμό ομοιότητας των χαρακτηριστικών που παρουσιάζει ένα αντικείμενο που δεν έχει αξιολογηθεί από το χρήστη σε σχέση με το προφίλ του χρήστη, έχοντας συλλέξει όλες αυτές τις πληροφορίες για τα ενδιαφέροντα του.

Η συλλογή αυτών των πληροφοριών από το σύστημα γίνεται χρησιμοποιώντας τεχνικές ανάλυσης περιεχομένου (content analysis) και μπορεί να προκύψει είτε από τη περιγραφή και τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων, είτε από την ανατροφοδότηση του χρήστη. Στην δεύτερη περίπτωση, η συλλογή των πληροφοριών προκύπτει από τις ενέργειες του χρήστη όπως για παράδειγμα μέσω της περιήγησης του χρήστη σε ιστοσελίδες κάνοντας “κλικ” σε αντικείμενα - προϊόντα, αλλά και μέσω των αξιολογήσεων του για προϊόντα που έχει χρησιμοποιήσει, του ιστορικού αγορών, των ερωτηματολογίων που έχει συμπληρώσει κα. Αυτού του είδους οι πληροφορίες είναι σημαντικές για τον υπολογισμό του βαθμού προτίμησης και την καταγραφή των προτεραιοτήτων ενός χρήστη [13],[19]. Το είδος των αντικειμένων για τα οποία συλλέγονται πληροφορίες αφορούν συνήθως έγγραφα κειμένου (documents) ή άλλου είδους προϊόντα και υπηρεσίες.



**Εικόνα 7 - Η βασική ιδέα της προσέγγισης φιλτραρίσματος βάσει Περιεχομένου (Content -Based Filtering)**

Στη περίπτωση των εγγράφων, αναζητούνται κοινά σημεία που αποτελούν τις λέξεις-κλειδιά (keywords) μέσα στα έγγραφα. Ενώ στην περίπτωση προϊόντων ή υπηρεσιών αναζητούνται κοινά σημεία μέσα στο τίτλο, τη περιγραφή, τα χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου [13]. Έτσι, κατά αυτό τον τρόπο προέκυψε η ονομασία αυτής της προσέγγισης φιλτραρίσματος, διότι αντλούνται πληροφορίες από το περιεχόμενο των αντικειμένων που βρίσκονται στις προτιμήσεις του χρήστη.

Συνεπώς, όπως έχουμε αναφέρει, το σύστημα προσπαθεί να «μαντέψει» τις προτιμήσεις του χρήστη αναζητώντας κάποια συσχέτιση μεταξύ των διαθέσιμων αντικειμένων και του προφίλ του χρήστη που έχει δημιουργήσει. Είναι λογικό, ότι όσο περισσότερα στοιχεία συλλέξει ένα ΣΣ για τις προτιμήσεις του χρήστη, τόσο ακριβέστερες θα είναι οι προβλέψεις του. Έτσι, η δημιουργία προτάσεων εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το βαθμό ομοιότητας των αντικειμένων. Για τον υπολογισμό της ομοιότητας (cosine similarity), μεταξύ εναλλακτικών προτάσεων, έχουν βρεθεί διάφοροι ορισμοί, μεταξύ αυτών είναι και ο παρακάτω [13],[19]:

$$sim(s_i, s_j) = \frac{\sum_k w_{ki} w_{kj}}{\sqrt{\sum_k w_{ki}^2} * \sqrt{\sum_k w_{kj}^2}} \quad (2)$$

όπου  $sim(s_i, s_j)$  ορίζεται ο βαθμός ομοιότητας μεταξύ μιας υπηρεσίας/προϊόντος  $s_i$  και  $s_j$  αντίστοιχα, ενώ τα  $w_{ki}, w_{kj}$  είναι το βάρος για κάθε ένα χαρακτηριστικό  $k$  της υπηρεσίας/προϊόντος  $i, j$ .

Για την δημιουργία των προφίλ των χρηστών που αναφέραμε παραπάνω, το σύστημα εκπαιδεύεται με την χρήση ταξινομητών (Classification Learning) ώστε να κατηγοριοποιεί τα αντικείμενα δημιουργώντας μοντέλα χρηστών [13]. Ο εκάστοτε ταξινομητής δέχεται σαν είσοδο ένα αντικείμενο και βλέποντας τα χαρακτηριστικά του, μπορεί να τα ταξινομήσει ανάλογα με το αν ανήκει στην γκάμα προτιμήσεων κάποιου χρήστη. Τις πιο διαδεδομένες μεθόδους μοντελοποίησης αποτελούν: (α) οι σταθμισμένες λέξεις κλειδιά, (β) τα σημασιολογικά δίκτυα, (γ) οι σταθμισμένες έννοιες [13]. Στις τεχνικές που χρησιμοποιούν ταξινομητές συγκαταλέγονται τα Νευρωνικά δίκτυα (Neural Networks), τα δέντρα απόφασης (Decision Trees) καθώς και τα Μπεϋζιανά Δίκτυα (Bayesian Networks). Για να πραγματοποιηθεί η μοντελοποίηση των χρηστών ή των αντικειμένων με την μέθοδο υπολογισμού των βαρών, μπορεί να γίνει χρήση της συνάρτησης Συχνότητας Όρου – Αντίστροφης Συχνότητας Εγγράφου (Term Frequency – Inverse Document Frequency ή TF-IDF) η οποία υπολογίζεται ως εξής [13],[19]:

$$TF_{ij} = \frac{f_{ij}}{\max_k f_{kj}} \quad (3)$$

$$IDF_i = \log \frac{N}{n_i} \quad (4)$$

όπου  $f$  είναι η συχνότητα του όρου (χαρακτηριστικού)  $i$  στο στοιχείο (αντικείμενο)  $j$ , και  $\max_k f_{kj}$  είναι μέγιστη συχνότητα στο στοιχείο  $j$  με  $k \in j$ . Ο  $N$  αντιπροσωπεύει τον συνολικό αριθμό των στοιχείων,  $n_i$  είναι ο αριθμός των στοιχείων  $j$  που αναφέρονται στον όρο  $i$ , και δηλώνει την

Αντίστροφη Συχνότητα Εγγράφου του όρου  $i$ , το οποίο συσχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με τον αριθμό των αντικειμένων στα οποία εμφανίζεται ο όρος  $i$ .

Το προφίλ των εγγράφων στην πραγματικότητα αποτελείται από το σύνολο των λέξεων- κλειδιών που έχουν καταγραφεί με τη υψηλότερη τιμή της συνάρτησης TF-IDF, μαζί με την τιμή τους. Οι λέξεις οι οποίες συναντώνται συχνότερα μέσα σε ένα έγγραφο αλλά σπανιότερα σε άλλα έγγραφα έχουν μεγαλύτερο βάρος  $w_{ij}$  σε σχέση με άλλες λέξεις που εμφανίζονται συχνότερα σε πολλά έγγραφα πχ. άρθρα, συνδετικές λέξεις κα. που ονομάζονται stopwords. Από τις σχέσεις (2), (3), προκύπτει το βάρος  $w_{ij}$  [13],[19]:

$$w_{ij} = TF_{ij} \times IDF_i \quad (5)$$

Όμως, στις περιπτώσεις που ο χρήστης έχει περισσότερα του ενός ενδιαφέροντα αυτή η μέθοδος κρίνεται αναποτελεσματική, διότι το προφίλ του χρήστη θα οδηγήσει σε προτάσεις που θα βρίσκονται στον μέσο όρο των διαφορετικών ενδιαφερόντων του. Την λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνει η χρήση πολλαπλών διανυσμάτων λέξεων κλειδιών, για κάθε ένα από τα ενδιαφέροντα του χρήστη [13].

Για τον υπολογισμό της σχετικότητας μεταξύ των εγγράφων γίνεται επίσης χρήση του Naive Bayesian ταξινομητή, ο οποίος υπολογίζει την πιθανότητα ένα έγγραφο να ανήκει σε μια κλάση  $C_i$  (σχετικών ή μη σχετικών εγγράφων) όταν δίνεται ένα σύνολο από keywords  $k_{1j}, \dots, k_{nj}$  του εγγράφου αυτού, μέσω του τύπου [19]:

$$P(C_i | k_{1j} + \dots + k_{nj}) \quad (6)$$

Όσο αφορά την μέθοδο των σημασιολογικών δικτύων (semantic networks), οι κόμβοι αναπαριστούν τις λέξεις-κλειδιά, οι οποίες συνοδεύονται από την χρησιμότητα τους, και οι συνδέσεις αποτελούν τις συσχετίσεις μεταξύ των λέξεων-κλειδιών. Το βάρος που αναγράφεται σε κάθε σύνδεση αποτελεί τη συχνότητα εμφάνισης των συσχετιζόμενων λέξεων-κλειδιών. Αυτή η μέθοδος παρουσιάζει διάφορες παραλλαγές, στις οποίες οι λέξεις κλειδιά αντικαθίστανται από μια ομάδα συνωνύμων, ή από έννοιες που περιλαμβάνουν πολλές διαφορετικές λέξεις με όμοια σημασία. Σε αυτή τη μέθοδο το κάθε προφίλ χρήστη αποτελείται από πολλά σημασιολογικά δίκτυα, ομαδοποιημένα με τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε δίκτυο να αντιπροσωπεύει ένα πεδίο ενδιαφέροντος του χρήστη, και να μπορεί να μεταβάλλεται καθώς μεταβάλλονται τα ενδιαφέροντα του χρήστη [13].

Στη μέθοδο των σταθμισμένων εννοιών (weighted concepts), οι λέξεις-κλειδιά αντικαθίστανται από έννοιες οι οποίες προέρχονται από ιεράρχηση, ταξινομίες (reference taxonomy), λεξικά ή οντολογίες (ontologies). Λόγω της υπερ-εξειδίκευσης όμως προτιμούνται λεξικά μικρότερου μεγέθους που περιλαμβάνουν μόνο τις απαραίτητες έννοιες [13].

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να αναφέρουμε ότι η προσέγγιση φιλτραρίσματος βάσει Περιεχόμενου των ΣΣ παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα, αλλά διαθέτει επίσης ορισμένους περιορισμούς τους οποίους θα περιγράψουμε στο υπόλοιπο αυτής της ενότητας.

### 3.2.1.1 *Πλεονεκτήματα Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Περιεχόμενο*

Μεταξύ άλλων συμπεραίνουμε ότι η προσέγγιση φιλτραρίσματος βάσει Περιεχομένου δεν απαιτεί πολυάριθμο σύνολο χρηστών για να παράξει προτάσεις για ένα συγκεκριμένο χρήστη. Το σύστημα στην πραγματικότητα λειτουργεί αποτελεσματικότερα με λιγότερους χρήστες και οι αξιολογήσεις των άλλων χρηστών δεν διαδραματίζουν κανένα απολύτως ρόλο σε αυτή την προσέγγιση φιλτραρίσματος. Έτσι, μπορεί να παράξει προτάσεις για χρήστες με μοναδικά πεδία ενδιαφέροντος. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι σε σενάρια ψυχρής εκκίνησης (Cold-start problem), όπου υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες για τις αξιολογήσεις άλλων χρηστών, η εφαρμογή αυτής της προσέγγισης μπορεί να ανταπεξέλθει καλύτερα, αν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για τις προτιμήσεις του χρήστη, πράγμα που δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με την εφαρμογή της προσέγγισης Συνεργατικού Φιλτραρίσματος (Collaborative Filtering). Επιπρόσθετα, όταν ένα αντικείμενο είναι καινούριο και δεν υπάρχουν διαθέσιμες αξιολογήσεις από άλλους χρήστες, που θα αποτελούσε μειονέκτημα του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος, μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος φιλτραρίσματος βάσει Περιεχομένου. Οι προσεγγίσεις βάσει Περιεχομένου επιτρέπουν την δημιουργία συστάσεων με αυτά τα δεδομένα, επειδή μπορούν να εξάγουν τα χαρακτηριστικά από το νέο αντικείμενο και να τα χρησιμοποιήσουν ώστε να δημιουργήσουν προβλέψεις. Τέλος, λόγω της ύπαρξης του προφίλ χρήστη μπορεί να εξηγηθεί από ποια χαρακτηριστικά αντικειμένων προκύπτουν συγκεκριμένες προτάσεις προϊόντων ή υπηρεσιών.

### 3.2.1.2 *Μειονεκτήματα Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Περιεχόμενο*

Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα αποτελεί η δυσκολία κατηγοριοποίησης των χαρακτηριστικών των αντικειμένων για παράδειγμα εικόνων, ταινιών, μουσικής, λόγω της δομής τους. Μπορούμε εύκολα να οδηγηθούμε σε λάθος επιλογή κριτηρίων για τον χρήστη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνήθως απαιτείται η ομαδοποίηση (clustering) των χαρακτηριστικών των αντικειμένων να γίνεται χειροκίνητα. Επιπλέον, λόγω της φύσης των συστάσεων σε αυτή τη προσέγγιση φιλτραρίσματος, να εξαρτώνται δηλαδή από τις διαθέσιμες πληροφορίες για κάθε αντικείμενο, όταν οι πληροφορίες αυτές δεν είναι επαρκείς, μπορεί να οδηγήσουν σε ανακριβείς συστάσεις. Ένα ακόμα μειονέκτημα που παρουσιάζει η μέθοδος αυτή είναι το πρόβλημα της υπερ-εξειδίκευσης (Over-specialization problem), που μπορεί να οδηγήσει σε προτάσεις αντικειμένων τα οποία έχει δει ή έχει ήδη καταναλώσει προηγουμένως ο χρήστης, ενώ ο χρήστης ενδιαφέρεται να δει κάτι διαφορετικό. Αυτό οφείλεται στον αλγόριθμο σύστασης που χρησιμοποιείται σε αυτή τη προσέγγιση, ο οποίος προτείνει αντικείμενα με όμοια χαρακτηριστικά με αυτά που έχει δει στο παρελθόν ο χρήστης. Τέλος, το πρόβλημα της ψυχρής εκκίνησης για τους νέους χρήστες δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη προσέγγιση φιλτραρίσματος βάσει Περιεχομένου.

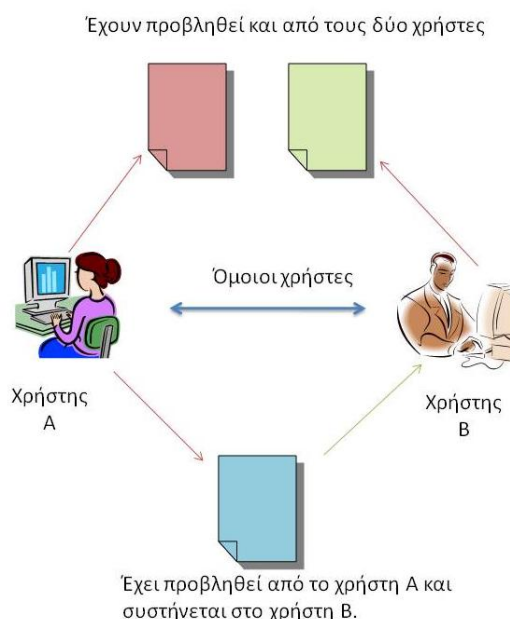
### 3.2.2 Συνεργατικό Φιλτράρισμα (Collaborative filtering)

Η προσέγγιση Συνεργατικού φιλτραρίσματος (Collaborative filtering approach) αποτελεί την πιο δημοφιλή μέθοδο ανάπτυξης συστήματος συστάσεων. Βασίζονται στην συλλογή και ανάλυση ενός μεγάλου όγκου πληροφοριών για τους χρήστες όπως οι συμπεριφορές, οι δραστηριότητες τους και οι προτιμήσεις τους, δημιουργώντας μοντέλα χρηστών.

Η προσέγγιση Συνεργατικού φιλτραρίσματος ονομάζεται και ως Κοινωνικό Φιλτράρισμα (Social filtering), και είναι αρκετά διαδεδομένη η χρήση του σε γνωστούς E-commerce ιστότοπους όπως είναι το Netflix.com, Amazon.com, IMDB.com κ.α. Τέτοιου είδους συστήματα σύστασης παρουσιάζουν συστάσεις στους χρήστες τους με βάση τις απόψεις, και τις προτιμήσεις άλλων χρηστών με παρόμοια γούστα.

Η βασική ιδέα αυτής της προσέγγισης είναι η εύρεση άλλων χρηστών που είναι πιθανόν να τους άρεσαν τα ίδια αντικείμενα, με τον ενδιαφερόμενο χρήστη στο παρελθόν. Στη συνέχεια υποθέτουμε ότι εφόσον είχαν κοινά ενδιαφέροντα στο παρελθόν, ότι είναι πιθανόν να κάνουν αξιολογήσεις με παρόμοιο τρόπο στο παρόν. Συλλέγονται στοιχεία από τους χρήστες, τα οποία αναλύονται και ομαδοποιούνται, δημιουργώντας ομάδες χρηστών με παρόμοιες προτιμήσεις [13]. Έτσι, υπολογίζοντας την ομοιότητα μεταξύ των χρηστών και βρίσκοντας αυτούς με το μεγαλύτερο βαθμό ομοιότητας με τον αλγόριθμο εύρεσης των πλησιέστερων γειτόνων (Nearest Neighbor Search, NNS), μπορούμε να προβλέψουμε τι αντικείμενα θα ήθελαν να δουν οι χρήστες, και να τους παρουσιάσουμε τις ανάλογες προτάσεις [12]. Η διαδικασία που περιγράψαμε μόλις, περιγράφει συνοπτικά τον τρόπο λειτουργίας της προσέγγισης Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Χρήστη (User-Based), για την οποία θα κάνουμε λόγο στην υποενότητα που ακολουθεί.

Σε μια προσπάθεια να γίνει πιο κατανοητή η λειτουργία του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος, παραθέτουμε την παρακάτω εικόνα (Εικ.8), όπου παρουσιάζεται με απλό τρόπο η βασική ιδέα της προσέγγισης Συνεργατικού Φιλτραρίσματος.



Εικόνα 8 - Η βασική ιδέα της προσέγγισης Συνεργατικού Φιλτραρίσματος (Collaborative filtering)

Καθώς είναι σύνηθες για ένα χρήστη να μην έχει αξιολογήσει όλα τα αντικείμενα που είναι διαθέσιμα στο σύστημα [12], αλλά μόνον ένα μέρος αυτών, είτε επειδή είναι νέος χρήστης, είτε επειδή δεν επιθυμεί να αξιολογεί συχνά αντικείμενα, τότε σε αυτή την περίπτωση μιλάμε για «αξιολογήσεις που λείπουν» οι οποίες οδηγούν σε ένα γενικευμένο πρόβλημα, αυτό της Ανεπάρκειας Δεδομένων (Data Sparsity) [12]. Συνεπώς, είναι δυνατόν να υπάρχουν αντικείμενα που δεν έχουν ακόμα αξιολογηθεί από κανένα χρήστη, δηλαδή, αντικείμενα τα οποία να μην είναι κοντά σε καμία ομάδα χρηστών (Black sheep problem), είτε να είναι κοντά σε περισσότερες από μια ομάδες χρηστών, και να μη γνωρίζουμε που να τα κατατάξουμε (Grey sheep problem) [13]. Το ζήτημα των “grey sheep” χρηστών μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά με την χρήση τεχνικών συσταδοποίησης εκτός σύνδεσης (Clustering) με την χρήση του k-means αλγορίθμου, βελτιώνοντας την απόδοση του συστήματος και την μείωση του σφάλματος σύστασης.

Ως αποτέλεσμα αυτού, μπορεί να γίνει διάκριση ανάλογα με τον τρόπο εύρεσης της γειτνίασης του χρήστη, σε δύο κατηγορίες : (α) στη προσέγγιση φιλτραρίσματος που βασίζεται στη μνήμη (Memory-based ή Heuristic-based) και (β) στη προσέγγιση φιλτραρίσματος βάσει μοντέλων (Model-Based) [19]. Στην προσέγγιση φιλτραρίσματος που βασίζεται στη μνήμη, το σύστημα «μαντεύει» τις εκτιμήσεις που λείπουν βάσει της ομοιότητας μεταξύ χρηστών ή αντικειμένων. Για να υπολογισθεί η ομοιότητα μεταξύ αυτών χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι για την εύρεση των «πλησιέστερων γειτόνων» στο χρήστη. Στη δεύτερη προσέγγιση φιλτραρίσματος βάσει μοντέλων, το σύστημα χρησιμοποιεί συγκεκριμένες αξιολογήσεις χρηστών για να δημιουργήσει ένα μοντέλο και έπειτα χρησιμοποιεί το μοντέλο αυτό για να προβλέψει τις αξιολογήσεις που λείπουν.

Για να επιτευχθεί αυτό, αφότου έχει προηγηθεί η διασύνδεση με την βάση, χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι συσταδοποίησης (Clustering), για την κατάταξη παρόμοιων χρηστών σε ομάδες – συστάδες (Clusters). Χάρης σε αυτή την τεχνική, επιλύεται το πρόβλημα της επεκτασιμότητας (Scalability) [12] [19]. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι, καθώς τα δεδομένα του συστήματος αυξάνονται, αυξάνεται παράλληλα και το μέγεθος της βάσης δεδομένων, η οποία πρόκειται για μια δυναμική βάση δεδομένων. Αλλά όμως, σε αυτή τη προσέγγιση, το σύστημα αναζητά τις αξιολογήσεις των χρηστών μόνο στην συστάδα που ανήκουν, και όχι σε όλο το πλήθος των εγγραφών της βάσης. Οι αξιολογήσεις αυτές δεν περιλαμβάνουν μόνο αριθμητικές απαντήσεις πχ. [1, 5], αλλά μπορεί να περιλαμβάνουν και ιεραρχικές απαντήσεις που συναντώνται συνήθως σε ερωτηματολόγια όπως : «Συμφωνώ», «Συμφωνώ Απόλυτα», «Ούτε Συμφωνώ ούτε Διαφωνώ», «Διαφωνώ», «Διαφωνώ Απόλυτα», όπως επίσης και δυαδικές απαντήσεις του τύπου «Μου αρέσει» ή «Δε μου αρέσει». Επιπλέον, υπάρχουν και οι μοναδιαίες αξιολογήσεις που αφορούν την αλληλεπίδραση ενός χρήστη με κάποιο αντικείμενο.

Τέλος, όπως είναι κατανοητό, συμπεραίνουμε ότι οι χρήστες με παρόμοιες αξιολογήσεις σε συγκεκριμένα αντικείμενα είναι πιο πιθανό να έχουν παρόμοια αποτελέσματα αξιολογήσεων για μελλοντικά αντικείμενα. Επίσης, τα αντικείμενα με παρόμοιες αξιολογήσεις κατά το παρελθόν είναι πιο πιθανό να έχουν παρόμοια αποτελέσματα αξιολογήσεων στο μέλλον, όπως αναφέραμε και στην αρχή αυτής της ενότητας.

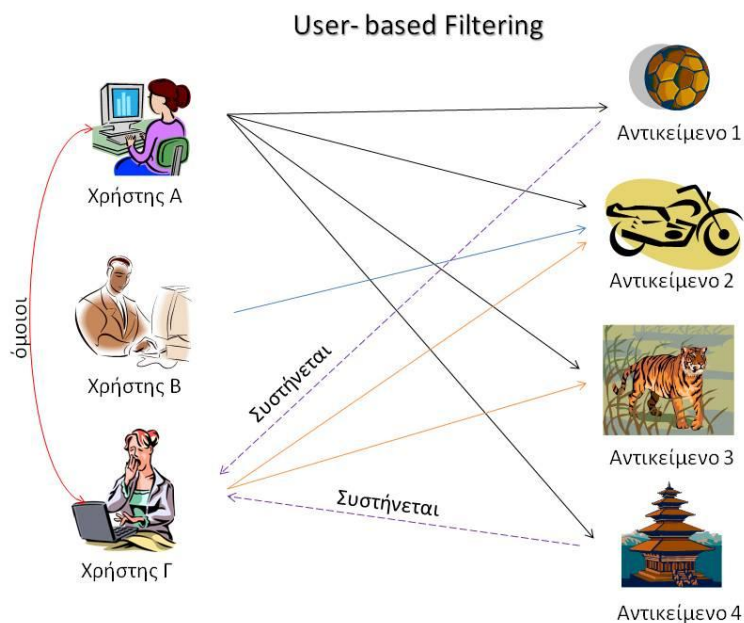
### 3.2.3 Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στη Μνήμη

Όπως αναφέραμε και νωρίτερα, τα συστήματα συστάσεων Συνεργατικού Φιλτραρίσματος μπορούν, με την σειρά τους, να ταξινομηθούν σε δύο επιμέρους κατηγορίες, σε αυτά που είναι βασισμένα στη Μνήμη (Memory - based) και σε αυτά που είναι βασισμένα σε μοντέλα (Model - based). Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε στο Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στο Χρήστη (User - Based) και το Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στα Αντικείμενα (Item - Based).

#### 3.2.3.1 Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στο Χρήστη (User - Based Collaborative Filtering)

Σε αυτή τη κατηγορία Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Χρήστη, το σύστημα δημιουργεί ένα πίνακα στον οποίο κατατάσσει τους χρήστες βάσει της ομοιότητας μεταξύ τους, και χρησιμοποιώντας τις αξιολογήσεις που παρέχονται από όμοιους χρήστες, καταφέρνει να υπολογίσει την εκτίμηση του χρήστη για κάποιο αντικείμενο που ο ίδιος δεν έχει αξιολογήσει ακόμα. Στην συνέχεια το αντικείμενο με την μεγαλύτερη εκτίμηση είναι αυτό που θα προταθεί στο χρήστη, θεωρώντας πως αυτό θα βρίσκεται πιο κοντά στις προτιμήσεις του.

Υπάρχουν πολλές μετρικές με τις οποίες μπορούμε να υπολογίσουμε την ομοιότητα μεταξύ των χρηστών. Επιγραμματικά, αναφέρουμε τις παρακάτω: Μέση Τετραγωνική Διαφορά (Mean-squared difference), συντελεστής συσχέτισης του Pearson (Pearson correlation), Ομοιότητα Συνημίτονου (Cosine similarity), Συντελεστής συσχέτισης Spearman (Spearman correlation), και Προσαρμοσμένη Ομοιότητα Συνημίτονου (Adjusted cosine similarity) [12].



Εικόνα 9 - Η λειτουργία του φιλτραρίσματος βάσει χρηστών (user-based filtering)

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να προσθέσουμε ότι, οι μετρικές που παραθέτουμε διαφέρουν ως προς την απόδοση τους σε διαφορετικά συστήματα. Επιπλέον, κάθε σύστημα συστάσεων διαφοροποιείται στον υπολογισμό του μέτρου της ομοιότητας και της αξιολόγησης χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τύπους, ανάλογα την περίπτωση. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson (Pearson correlation) χρησιμοποιείται ευρέως για τον υπολογισμό της ομοιότητας χρηστών στην προσέγγιση Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Χρήστη, ενώ, η προσαρμοσμένη ομοιότητα συνημίτονου (Adjusted cosine similarity), χρησιμοποιείται συνήθως για τον υπολογισμό ομοιότητας αντικειμένων στην προσέγγιση Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βασισμένο σε Αντικείμενα.

Συνηθίζεται σε όλα τα ΣΣ να υπολογίζεται πρώτα η ομοιότητα όλων των χρηστών και έπειτα να επαναυπολογίζεται εκ νέου όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Για αυτό το σκοπό, όταν απαιτείται η δημιουργία συστάσεων για κάποιον χρήστη, οι εκτιμήσεις υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις τιμές των προϋπολογισμένων ομοιοτήτων.

Ωστόσο, λόγω της άμεσης συσχέτισης των συμπεριφορών των χρηστών με την δημιουργία συστάσεων, πιστεύεται ότι αυτή η προσέγγιση δεν ενδείκνυται για συστήματα με πολύ μεγάλο αριθμό χρηστών, διότι κάθε αλλαγή στα δεδομένα ενός χρήστη ενδέχεται να προκαλέσει αλλαγές σε όλο το σύνολο των χρηστών καθώς απαιτεί επαναυπολογισμό των ομοιοτήτων. Έτσι, σε αυτές τις περιπτώσεις συστημάτων με πολύ μεγάλο αριθμό χρηστών, η μέθοδος Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βασισμένο σε Αντικείμενα κρίνεται καταλληλότερη.

Για τον υπολογισμό της ομοιότητας του ενδιαφερόμενου χρήστη με άλλους χρήστες ή ομάδες χρηστών, δημιουργείται ένας πίνακας  $R$ , ο οποίος συνδέει τους χρήστες και τα χαρακτηριστικά τους. Σε αυτόν τον πίνακα τα στοιχεία  $r_{x,i}$  δηλώνουν το βαθμό προτίμησης του χρήστη ( $x$ ) για το χαρακτηριστικό ( $i$ ), και η  $\bar{r}_x$  πρόκειται για την μέση αξιολόγηση του χρήστη ( $x$ ) για όλα τα χαρακτηριστικά μιας υπηρεσίας / προϊόντος. Έτσι λοιπόν, χρησιμοποιώντας την συσχέτιση κατά Pearson, υπολογίζουμε την ομοιότητα δύο χρηστών ως εξής [13]:

$$sim(x, y) = \frac{\sum_i (r_{xi} - \bar{r}_x) \times (r_{yi} - \bar{r}_y)}{\sqrt{\sum_i (r_{xi} - \bar{r}_x)^2} \times \sqrt{\sum_i (r_{yi} - \bar{r}_y)^2}} \quad (7)$$

όπου  $sim(x, y)$  αποτελεί το βαθμό ομοιότητας των χρηστών  $x, y$ .

Επειδή όπως προείπαμε, συνήθως δεν συμβαίνει ένας χρήστης να έχει αξιολογήσει όλα τα διαθέσιμα προϊόντα στο σύστημα, ο πίνακας  $R$  μπορεί να εκφραστεί ως :

Πίνακας 1- Πίνακας R προτιμήσεων των χρηστών  $u_n$  σε χαρακτηριστικά  $i_n$ .

$r_{u_n,i_n}$	Χαρακτηριστικό $i_1$	Χαρακτηριστικό $i_2$	Χαρακτηριστικό $i_3$
Χρήστης $u_1$	?	5	4
Χρήστης $u_2$	4	2	?
Χρήστης $u_3$	5	3	5
Χρήστης $u_4$	?	5	1
Χρήστης $u_5$	3	4	1

Για την επίλυση του ζητήματος της Ανεπάρκειας των Δεδομένων (Data Sparsity) εφαρμόζεται η έμμεση εκτίμηση της προτίμησης του χρήστη, λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες εκτιμήσεις άλλων χρηστών του συστήματος. Παίρνοντας ως παράδειγμα τις τιμές του πίνακα 1, θα ληφθούν υπόψη μόνο οι προτιμήσεις των χρηστών που έχουν μεγαλύτερο βαθμό ομοιότητας  $sim(x,y)$  με τον ενδιαφερόμενο χρήστη. Σύμφωνα με τα λεγόμενα των **Felfernig, A., Jeran M. et al.,2014 [21]** "**Όσο μεγαλύτερο είναι το πλήθος των κοινώς αξιολογημένων στοιχείων, τόσο μεγαλύτερη είναι και η σημασία της αντίστοιχης συσχέτισης.**" Τέλος, για να υπολογίσουμε την εκτίμηση για την αξιολόγηση του χρήστη (x) για ένα χαρακτηριστικό (i) που δεν έχει ακόμα αξιολογηθεί χρησιμοποιούμε την συσχέτιση κατά Pearson (6), στην παρακάτω σχέση [13]:

$$\hat{r}_{x,i} = \bar{r}_x + \frac{\sum_k r_{y,i} - \bar{r}_y \times sim(x,y)}{\sum_k sim(x,y)} \quad (8)$$

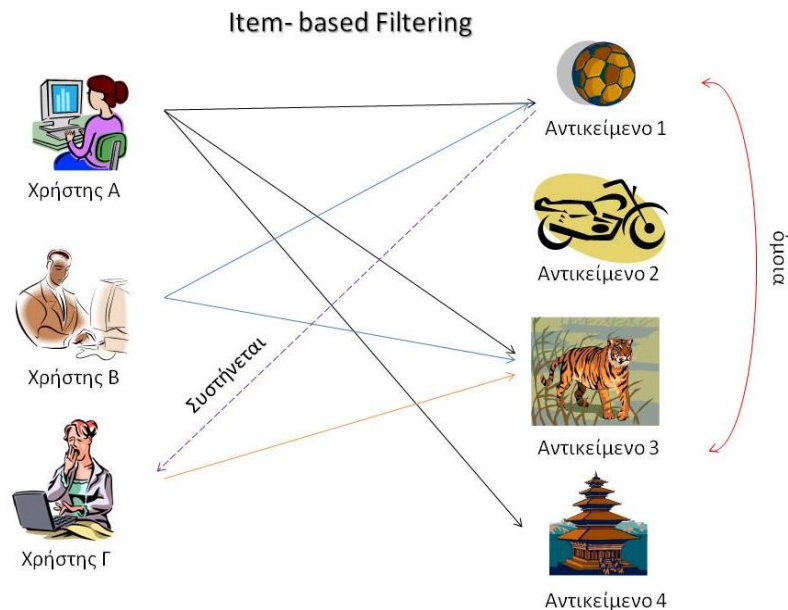
όπου  $\hat{r}_{x,i}$  είναι η προβλεπόμενη βαθμολογία του χρήστη (x) για τα χαρακτηριστικά μιας υπηρεσίας / προϊόντος (i), και  $sim(x,y)$  ο βαθμός ομοιότητας των χρηστών (x),(y), και  $(r_{y,i})$  είναι ο βαθμός προτίμησης του χρήστη (y) για το χαρακτηριστικό μιας υπηρεσίας / προϊόντος (i), με (k) το σύνολο των ομοίων χρηστών με το χρήστη (x), στο οποίο θα παρουσιασθεί η πρόταση.

### 3.2.3.2 Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο σε Αντικείμενα (Item - Based Collaborative Filtering)

Το Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο σε Αντικείμενα, σε αντίθεση με το Συνεργατικό Φιλτράρισμα βασισμένο στους Χρήστες, **το σύστημα συστάσεων αναζητά τα αντικείμενα που έχουν αξιολογηθεί από κάποιον χρήστη (Πλησιέστερους Γείτονες, Nearest Neighbors-NN), τα οποία ομοιάζουν με τα αντικείμενα που μας ενδιαφέρουν [21]**. Η υπολογισμός της εκτίμησης δηλαδή, για το αντικείμενο που μας ενδιαφέρει εξαρτάται από αξιολογήσεις όμοιων αντικειμένων.

Έπειτα, το σύστημα δημιουργεί προτάσεις στο χρήστη με τα αντικείμενα που έχουν το μεγαλύτερο βαθμό αξιολόγησης  $r_{x,item}$ , θεωρώντας ότι ανήκουν στις προτιμήσεις του χρήστη.

Παρακάτω απεικονίζεται η λειτουργία του Συνεργατικού φιλτραρίσματος βασισμένο σε αντικείμενα (Item-based filtering), **Εικ. 10** :



**Εικόνα 10 - Η λειτουργία του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βασισμένο σε Αντικείμενα (Item-based filtering)**

Με την υιοθέτηση αυτής της προσέγγισης φιλτραρίσματος ένα ΣΣ μπορεί να επωφεληθεί στην αποφυγή προβλημάτων, όπως είναι η Επεκτασιμότητα (Scalability) και η Ανεπάρκεια Δεδομένων (Sparsity). Αυτό εξηγείται εύκολα αν αναλογιστούμε ότι στην πράξη συγκρίνοντας αυτές τις δύο προσεγγίσεις Συνεργατικού Φιλτραρίσματος, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα αντικείμενα που έχουν αξιολογηθεί από μεγάλο αριθμό χρηστών είναι πολύ περισσότερα από τον αριθμό των χρηστών που αξιολογούν πολλά αντικείμενα. Επομένως, το ΣΣ παρουσιάζει μεγαλύτερη σταθερότητα, που εν μέρει δικαιολογείται από την παραδοχή ότι είναι σε ένα σύστημα μεγάλου αριθμού χρηστών είναι πιο συχνό να εισέρχονται νέοι χρήστες από ότι να προστίθενται αντικείμενα.

Ο υπολογισμός της ομοιότητας των αντικειμένων αυτών και των προβλέψεων, προκύπτει από τους ίδιους τύπους που παρουσιάσαμε στην υποενότητα του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βασισμένο στους Χρήστες, με τις κατάλληλες διαφοροποιήσεις. Ωστόσο, επειδή ο απλός τύπος της Ομοιότητας Συνημίτονου (Cosine Similarity) δεν λάμβανε υπόψη τις διακυμάνσεις στο μέσο όρο των αξιολογήσεων των χρηστών, που αποτελεί ένα μειονέκτημα της προσέγγισης Συνεργατικού Φιλτραρίσματος, για αυτό το λόγο, χρησιμοποιείται η Προσαρμοσμένη Ομοιότητα Συνημίτονου (Adjusted Cosine Similarity) - εξαιτίας της καλύτερης απόδοσης της - η οποία αφαιρεί το μέσο όρο

των αξιολογήσεων των χρηστών ( $\bar{r}_u$ ) από το κάθε ζεύγος των αξιολογήσεων ( $r_{ui_1}$ ). Οι τιμές της Προσαρμοσμένης Ομοιότητας Συνημίτονου κυμαίνονται από -1 έως 1, όπως συμβαίνει με το συντελεστή συσχέτισης κατά Pearson. Από αυτό προκύπτει ότι όσο η τιμή πλησιάζει στο 1 τα διανύσματα μοιάζουν περισσότερο, ενώ όσο η τιμή πλησιάζει στο -1 τα διανύσματα είναι όλο και πιο αντίθετα.

Για τον υπολογισμό της Προσαρμοσμένης Ομοιότητας Συνημίτονου (Adjusted Cosine Similarity), χρησιμοποιείται ο τύπος [21] :

$$sim(i_1, i_2) = \frac{\sum_u (r_{ui_1} - \bar{r}_u) \times (r_{ui_2} - \bar{r}_u)}{\sqrt{\sum_u (r_{ui_1} - \bar{r}_u)^2} \times \sqrt{\sum_u (r_{ui_2} - \bar{r}_u)^2}} \quad (9)$$

Για την πρόβλεψη της αξιολόγησης ενός αντικειμένου (item) από ένα χρήστη (x), βασιζόμενοι στην ομοιότητα ενός σετ αντικειμένων (NN) που είναι ήδη αξιολογημένα από τον χρήστη (χ), υπολογίζουμε ως εξής [21] :

$$\hat{r}_{x,item} = \frac{\sum_{it \in NN} sim(item, it) \times r_{x,it}}{\sum_{it \in NN} sim(item, it)} \quad (10)$$

### 3.2.4 Συνεργατικό φιλτράρισμα βασισμένο στα μοντέλα

Σε αυτή τη παράγραφο θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά στο Συνεργατικό φιλτράρισμα βασισμένο στα μοντέλα (CF), και μερικές από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές.

Οι αλγόριθμοι σύστασης συνεργατικού φιλτραρίσματος βασισμένο σε μοντέλα μπορούν να παρέχουν ταχύτερη ταχύτητα εκπαίδευσης, επί της ουσίας καταλαμβάνουν λιγότερη μνήμη και επιτυγχάνουν μεγαλύτερη ακρίβεια [34].

Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος δημιουργεί ένα μοντέλο και στη συνέχεια βάσει αυτού μπορεί να προβλέπει άγνωστες πληροφορίες, εκπαιδεύοντας τις γνωστές πληροφορίες μέσα στον πίνακα του χρήστη που στα στοιχεία του περιλαμβάνει τις αξιολογήσεις του χρήστη για διάφορα αντικείμενα. Αυτή η διαδικασία μοιάζει με τις παραδοσιακές μεθόδους ταξινόμησης της μηχανικής μάθησης, όπως τα δέντρα αποφάσεων, τα νευρωνικά δίκτυα, ο Μπεϋζιανός ταξινομητής, κ.α.

Για την αντιμετώπιση των ζητημάτων της αραιότητας των δεδομένων, της ψυχρής εκκίνησης και αποτελεσματικότητας έχουν προταθεί μοντέλα παραγοντοποίησης μήτρας (matrix factorization

models) σε συνδυασμό με τεχνικές βαθιάς μάθησης (deep learning techniques) όπως είναι : multilayer perceptron (MLP), autoencoder (AE), convolutional neural network (CNN), and recurrent neural network (RNN) [34].

Γενικά, ορισμένες τεχνικές Συνεργατικού Φιλτραρίσματος βάσει Μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των συστάσεων, μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν : τη Μπευζιανή Συσταδοποίηση (Bayesian Clustering), τη Λανθάνουσα Σηματολογική Ανάλυση (Latent Semantic Analysis), Λανθάνουσα κατανομή Dirichlet (Latent Dirichlet Allocation), τη μέθοδο της Μέγιστης Εντροπίας (Maximum Entropy Model), τις Μηχανές Boltzmann (Boltzmann Machines), τις Μηχανές Διανυσματικής Υποστήριξης (Support Vector Machines), τη Αποσύνθεση μοναδικής τιμής (Singular Value Decomposition) [19] κ.α.

Ακολουθούν στη συνέχεια τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των τεχνικών Συνεργατικού Φιλτραρίσματος.

#### **3.2.4.1 Πλεονεκτήματα Συνεργατικού Φιλτραρίσματος**

Συνοψίζοντας αυτή η τεχνική φιλτραρίσματος έχει καλύτερη απόδοση, και οι προτάσεις που συντάσσει είναι συνήθως επιτυχείς, για τον λόγο ότι το σύστημα δέχεται πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων και βασίζεται σε αυτά για να παράξει πιο ακριβείς συστάσεις. Επιπλέον, επειδή το σύστημα λαμβάνει υπόψη τις προτιμήσεις άλλων χρηστών με όμοιες προτιμήσεις, μπορεί να παρουσιάσει μεγαλύτερη ποικιλία νέων αντικειμένων στον ενδιαφερόμενο χρήστη. Παράλληλα, δεν παρουσιάζει προβλήματα με την διαχείριση αντικειμένων με μη δομημένο περιεχόμενο, όπως ταινίες, βίντεο, κλιπ ήχου κλπ. Τέλος, είναι απλά και εύκολα στη σχεδίαση και τη κατασκευή τους [13].

#### **3.2.4.2 Μειονεκτήματα Συνεργατικού Φιλτραρίσματος**

Στα μειονεκτήματα της προσέγγισης αυτής ανήκει το πρόβλημα της Ψυχρής Εκκίνησης (Cold - start Problem), το οποίο διακρίνεται σε δύο επιμέρους κατηγορίες: το “New system Cold - start problem” και το “New - user Cold - start problem”. Στην περίπτωση του “New system Cold - start problem”, όταν ένα σύστημα έχει μόλις κατασκευασθεί και διαθέτει περιορισμένο αριθμό χρηστών, το σύστημα αδυνατεί να παράξει ακριβείς συστάσεις εξαιτίας της δυσκολίας που αντιμετωπίζει σχετικά με την ανάλυση των χαρακτηριστικών των χρηστών με όμοιες προτιμήσεις. Ενώ, στην περίπτωση του “New - user Cold - start problem”, όταν ένας νέος χρήστης εισέρχεται στο σύστημα και έχει σημειώσει περιορισμένο αριθμό προτιμήσεων και έτσι το σύστημα αδυνατεί να παράξει συστάσεις εξαιτίας της δυσκολίας που αντιμετωπίζει σχετικά με την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του νέου χρήστη.

Θα θέλαμε να αναφέρουμε ένα ακόμα ζήτημα που αντιμετωπίζουν τα συστήματα που χρησιμοποιούν Συνεργατικό Φιλτράρισμα. Αυτό είναι το "Early-rater problem" – που αναφέρεται συχνά και ως "New item problem" – με το οποίο, όταν εισαχθεί στο σύστημα νέο αντικείμενο το οποίο δεν έχει προλάβει ακόμα κάποιος άλλος χρήστης να το αξιολογήσει, δεν μπορεί να προταθεί σε άλλους χρήστες. Για την επίλυση των "New item problem" και "New item problem" έχει προταθεί η χρήση της προσέγγισης Υβριδικού φιλτραρίσματος, που συνδυάζει τις τεχνικές του Φιλτραρίσματος βάσει Περιεχόμενου και του Συνεργατικού φιλτραρίσματος.

Επίσης, όπως ειπώθηκε και παραπάνω, τα συστήματα συστάσεων που κάνουν χρήση του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος, αντιμετωπίζουν το Grey Sheep problem, και το Black Sheep problem. Αναφερόμαστε δηλαδή, σε αντικείμενα που είτε δεν ανήκουν σε καμία ομάδα χρηστών (Black sheep problem), είτε να είναι κοντά σε περισσότερες από μια ομάδες χρηστών (Grey sheep problem) [13]

Ένα ακόμα μειονέκτημα αυτής της τεχνικής, αποτελεί το πρόβλημα της ανεπάρκειας των δεδομένων (Sparsity problem) το οποίο προκύπτει όταν υπάρχουν πολλά αντικείμενα που δεν έχουν αξιολογηθεί από κάποιον χρήστη, με συνέπεια να μην μπορούν να προταθούν στη συνέχεια. Απαιτούν μεγάλο όγκο δεδομένων για τους χρήστες και τα αντικείμενα, για να παραχθούν ασφαλείς προτάσεις [13].

Επιπρόσθετα, το πρόβλημα της Επεκτασιμότητας (Scalability) αποτελεί σημαντικό πρόβλημα της προσέγγισης Συνεργατικού Φιλτραρίσματος. Για να μπορεί το σύστημα να παράξει ακριβείς συστάσεις, απαιτείται μεγάλος αριθμός χρηστών αλλά και αντικειμένων στα προφίλ των χρηστών, δηλαδή να έχουν προηγηθεί αξιολογήσεις των αντικειμένων από τους χρήστες.

Εντούτοις, υπάρχει η πιθανότητα εξαπάτησης των χρηστών, αν δημιουργηθούν ψεύτικα προφίλ χρηστών στο σύστημα, για να παραχθούν σκόπιμα συγκεκριμένες προτάσεις σε χρήστες με σκοπό να επηρεάσουν την συμπεριφορά τους, μειώνοντας ή αυξάνοντας την δημοτικότητα συγκεκριμένων αντικειμένων. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στην εμπιστοσύνη των χρηστών προς το σύστημα, στην απόδοση και στην ποιότητα των συστάσεων. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος θα πρέπει να έχουν μεριμνήσει οι μηχανικοί λογισμικού ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα εξαπάτησης των χρηστών [13].

Τέλος, μια ακόμα πρόκληση που σχετίζεται με την τεχνική Συνεργατικού Φιλτραρίσματος είναι η υπολογιστική ισχύ, δηλαδή, το αν θα μπορούν τα συστήματα να "αντέξουν" τεράστιο πλήθος χρηστών και αντικειμένων ως είσοδο για να δημιουργήσουν συστάσεις.

#### **3.2.5 Συνδυασμός Τεχνικών Φιλτραρίσματος - Υβριδικό Φιλτράρισμα (Hybrid-Based filtering)**

Τα σύγχρονα ΣΣ συχνά χρησιμοποιούν μία ή περισσότερες προσεγγίσεις φιλτραρίσματος ανάλογα με τις ανάγκες που παρουσιάζονται σε κάθε περίπτωση. Πολλές φορές τα προβλήματα που καλούνται

τα ΣΣ να δώσουν λύση, συνδυάζουν τις απαιτήσεις περισσότερων από μίας μεθόδου. Έτσι, οι προγραμματιστές για να δώσουν λύση σε αυτά τα προβλήματα συνδυάζουν δύο ή και περισσότερες μεθόδους, με τους ακόλουθους τρόπους [19] :

- Εφαρμόζοντας την προσέγγιση συνεργατικού φιλτραρίσματος και την προσέγγιση φιλτραρίσματος βασισμένη στο περιεχόμενο, κάθε μια ξεχωριστά, και συνδυάζοντας στο τέλος τις προβλέψεις τους.
- Ενσωματώνοντας ορισμένα χαρακτηριστικά της προσέγγισης φιλτραρίσματος που βασίζονται στο περιεχόμενο, στη προσέγγιση συνεργατικού φιλτραρίσματος.
- Ενσωματώνοντας ορισμένα χαρακτηριστικά της προσέγγισης συνεργατικού φιλτραρίσματος, στην προσέγγιση φιλτραρίσματος βασισμένη στο περιεχόμενο.
- Είτε ενοποιώντας τις προσεγγίσεις σε ένα ενιαίο μοντέλο, που εμπεριέχει τόσο χαρακτηριστικά της προσέγγισης φιλτραρίσματος βασισμένη στο περιεχόμενο, όσο και χαρακτηριστικά του συνεργατικού φιλτραρίσματος.

Ο στόχος των μηχανικών λογισμικού είναι να συνδυάσουν τα πλεονεκτήματα της κάθε μεθόδου ώστε να αυξήσουν συνολικά την αποδοτικότητα του ΣΣ και να παράξουν προτάσεις με μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία. Μολονότι η προσέγγιση υβριδικού φιλτραρίσματος συνδυάζει κυρίως τις δύο βασικές προσεγγίσεις φιλτραρίσματος, του Φιλτραρίσματος βάσει Περιεχομένου και του Συνεργατικού φιλτραρίσματος, στη βιβλιογραφία αναφέρεται συχνά και ο συνδυασμός του Συνεργατικού φιλτραρίσματος με άλλες τεχνικές με σκοπό την επίλυση των πιο γνωστών ζητημάτων των ΣΣ.

Τα Υβριδικά ΣΣ αναπτύχθηκαν για να δώσουν λύση στα πιο γνωστά ζητήματα των ΣΣ, δηλαδή της Ψυχρής Εκκίνησης, της Ανεπάρκειας των Δεδομένων, της Ακρίβειας, της Επεκτασιμότητας, και της Πολυμορφίας. Όπως επίσης, εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση και άλλων ζητημάτων που περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων **την Έλλειψη εξατομικευσης, την Διατήρηση απορρήτου, την Μείωση θορύβου, την Ενσωμάτωση πηγών δεδομένων, την Έλλειψη Καινοτομίας, και τη Προσαρμοστικότητα των προτιμήσεων του χρήστη [23].**

Για την επίλυση των προαναφερθέντων ζητημάτων, οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές προέρχονται από την Εξόρυξη Πληροφορίας και την Μηχανική Μάθηση.

Μερικές από αυτές είναι : οι Κ-Πλησιέστεροι γείτονες (K-Nearest Neighbors - KNN), η Συσταδοποίηση (Clustering), οι Κανόνες Συσχέτισης (Assosiation rules), η Ασαφής Λογική (Fuzzy Logic) , η Χειραγώγηση Πίνακα (Matrix Manipulation) κ.α.

Ένας δημοφιλής ιστότοπος ο οποίος χρησιμοποιεί το Υβριδικό Φιλτράρισμα είναι το Netflix. Ο συγκεκριμένος ιστότοπος δημιουργεί συστάσεις συγκρίνοντας το ιστορικό παρακολούθησης και αναζήτησης όμοιων χρηστών (δηλαδή, με την χρήση του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος), αλλά και συστήνοντας ταινίες που έχουν όμοια χαρακτηριστικά με άλλες ταινίες που έχει αξιολογήσει ο ενδιαφερόμενος χρήστης (με την χρήση του Φιλτραρίσματος βάσει Περιεχομένου).

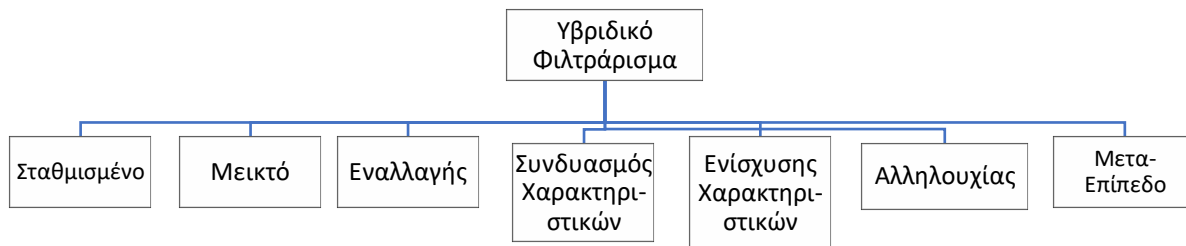
Σύμφωνα με τον **Burke R. , 2002 [22]**, η προσέγγιση Υβριδικού φιλτραρίσματος διακρίνεται σε επτά διαφορετικούς τύπους φιλτραρίσματος, που παριστάνονται στην **Εικ. 11** οι οποίοι είναι [22] :

- **Σταθμισμένος (Weighted)** : Σε αυτή τη κατηγορία υβριδικού φιλτραρίσματος, οι αξιολογήσεις διαφορετικών recommenders αθροίζονται μαζί, για την δημιουργία ενός ενιαίου αποτελέσματος.
- **Μεικτός (Mixed)** : Αυτή η κατηγορία υβριδικού φιλτραρίσματος παρουσιάζει συστάσεις από το συνδυασμό διαφορετικών recommenders, την ίδια χρονική στιγμή.
- **Εναλλαγής (Switching)** : Σε αυτή τη κατηγορία υβριδικού φιλτραρίσματος, το σύστημα επιλέγει ανάμεσα σε διαφορετικούς recommenders, και τρέχει τον επιλεγμένο, ανάλογα τη περίπτωση.
- **Συνδυασμού χαρακτηριστικών (Feature combination)** : Τα χαρακτηριστικά διαφορετικών πηγών δεδομένων χρησιμοποιούνται ως είσοδο έναν αλγόριθμο συστάσεων.
- **Ενίσχυσης χαρακτηριστικών (Feature Augmentation)** : Η έξοδος μιας τεχνικής φιλτραρίσματος χρησιμοποιείται ως είσοδος χαρακτηριστικών για μια άλλη.
- **Αλληλουχίας (Cascade)** : Οι συστάσεις ενός recommender χρησιμοποιούνται ως είσοδο, για τον επόμενο recommender, ο οποίο βελτιώνει τις συστάσεις του πρώτου.
- **Μετα-επίπεδο (Meta-level)** : Το μοντέλο το οποίο έχει παραχθεί από ένα recommender χρησιμοποιείται ως είσοδος σε ένα άλλο.

Τα υβριδικά ΣΣ μπορούν επίσης να ενισχυθούν με διάφορες τεχνικές που βασίζονται στη γνώση (Knowledge-based), διακρίνοντας τες σε δύο περιπτώσεις προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια των συστάσεων και να αντιμετωπισθούν ορισμένοι από τους περιορισμούς που παρουσιάζονταν στις παραδοσιακές τεχνικές.

Στην πρώτη περίπτωση, αν σε μια υβριδική προσέγγιση στην οποία υπάρχουν δύο συνιστώμενοι (recommenders), ο ένας εκ των δύο διαθέτει μεγαλύτερη ακρίβεια, τότε είναι σημαντικό να περιορισθούν με κάποιον τρόπο οι αδυναμίες του δεύτερου recommender, για να παραχθούν βέλτιστες συστάσεις.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε (α) με την χρήση υβριδικού φιλτραρίσματος αλληλουχίας δίνοντας μεγαλύτερη προτεραιότητα στον ισχυρότερο recommender[22], είτε (β) με την χρήση υβριδικού φιλτραρίσματος ενίσχυσης χαρακτηριστικών, όπου ο ασθενέστερος recommender λειτουργεί βοηθητικά συμβάλλοντας με μικρή ποσότητα πληροφοριών[22]. Επίσης, (γ) οι αδυναμίες αυτές μπορούν να ξεπεραστούν με την χρήση του αλγορίθμου μετα-επιπέδου, με τον οποίο η ισχυρότερη τεχνική παράγει μια βαθύτερη αναπαράσταση που ενισχύει την απόδοση και του πιο αδύναμου recommender[22].



Εικόνα 11 - Τεχνικές ανάπτυξης Συστήματος Συστάσεων υβριδικού φιλτραρίσματος [12]

Στην περίπτωση που δύο recommender είναι εξίσου αποτελεσματικοί το σύστημα θα πρέπει να επιλέξει ποιόν από τους δύο recommenders θα χρησιμοποιήσει σε κάθε περίπτωση. Αυτή η πρακτική ανήκει στη φιλοσοφία του υβριδικού φιλτραρίσματος εναλλαγής.

Αντίστοιχα, στις τεχνικές υβριδικού φιλτραρίσματος συνδυασμού χαρακτηριστικών και μεικτού υβριδικού φιλτραρίσματος δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή ενός κριτηρίου επιλογής.

Επιπρόσθετα, οι αλγόριθμοι Υβριδικού φιλτραρίσματος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τον σχεδιασμό τους σε τρεις κατηγορίες [23]:

- **Μονολιθικός (Monolithic)** : Πρόκειται για έναν αλγόριθμο ο οποίος αξιοποιεί τα διαφορετικά χαρακτηριστικά/παραμέτρους από διαφορετικούς αλγόριθμους. Πηγές δεδομένων αποτελούν οι αξιολογήσεις, τα δημογραφικά στοιχεία και οι ανάγκες των χρηστών που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ομοιότητας. Επιπλέον, χρησιμοποιείται μόνο ένα recommendation component, με την έννοια ότι τα δεδομένα εισέρχονται σε ένα κοινό σημείο εισόδου και εξέρχονται από ένα κοινό σημείο εξόδου. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι τεχνικές **Συνδυασμού χαρακτηριστικών** και **Ενίσχυσης χαρακτηριστικών**.
- **Παραλληλισμένος (Parallelized)** : Στο συγκεκριμένο αλγόριθμο, τα δεδομένα εισέρχονται σε δυο ή και περισσότεροι αλγόριθμους ως είσοδος, οι οποίοι τρέχουν παράλληλα, και στη συνέχεια τα αποτελέσματά τους ενσωματώνονται στον υβριδικό αλγόριθμο. Αφού γίνει η διαδικασία του υβριδικού φιλτραρίσματος, εξέρχονται από ένα κοινό σημείο εξόδου. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι τεχνικές υβριδικού φιλτραρίσματος όπως είναι το **Σταθμισμένο**, **Εναλλαγής**, **Μεικτό**, **Αλληλουχίας**, και **Μετα-Επιπέδου**.
- **Διοχέτευσης (Pipelined)** : Σε αυτό το είδος αλγορίθμου, η έξοδος που παράγεται από το προηγούμενο αλγόριθμο εισέρχονται ως είσοδος στον επόμενο αλγόριθμο, μέχρι τον τελευταίο. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι τεχνικές **Αλληλουχίας** και **Μετα-Επιπέδου**.

Ορισμένα σημεία τα οποία απαιτούν περισσότερη προσοχή όσο αφορά το Υβριδικό Φιλτράρισμα, είναι ότι ο **Μονολιθικός αλγόριθμος απαιτεί κάποια προ-επεξεργαστική προσπάθεια [24]**, για μεγαλύτερο όγκο δεδομένων. Από την άλλη μεριά, ο **Παραλληλισμένος αλγόριθμος απαιτεί προσεκτική αντιστοίχιση των βαθμολογιών που προέρχονται από διαφορετικούς συνιστώμενους (recommenders)[24]**. Ωστόσο, ο **Σωληνωτός αλγόριθμος λειτουργεί καλά σε δύο αντίθετες προσεγγίσεις φιλτραρίσματος [24]**.

### **3.2.6 Δημογραφικό Φιλτράρισμα (Demographic Filtering)**

Η προσέγγιση αυτή αφορά την παροχή των δημογραφικών χαρακτηριστικών στο σύστημα όπως είναι: η ηλικία, η εργασιακή κατάσταση, το φύλο, η χώρα καταγωγής, ο τόπος διαμονής και άλλα προσωπικά στοιχεία για την παραγωγή των συστάσεων. Μολονότι, η προσέγγιση αυτή έχει χρησιμοποιηθεί σε μερικές περιπτώσεις, δεν εγγυάται την επιτυχία των συστάσεων της, καθώς παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα στην εφαρμογή της. Τα κυριότερα μειονεκτήματα της προσέγγισης αυτής αφορούν: (α) τη δυσκολία συλλογής των χαρακτηριστικών αυτών, λόγω την έλλειψης εμπιστοσύνης των χρηστών στο σύστημα, (β) την αναξιοπιστία των συστάσεων, καθώς δεν λαμβάνονται υπόψη οι προτιμήσεις του χρήστη με κάποιον τρόπο αλλά μόνο τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, (γ) την αδυναμία ανταπόκρισης σε αλλαγές των προτιμήσεων των χρηστών, λόγω της στατικότητας των μεταβλητών στις οποίες βασίζεται το σύστημα για να παράξει τις συστάσεις, δηλαδή βάσει των δημογραφικών χαρακτηριστικών των χρηστών που έχουν εισάγει αρχικά.

### **3.2.7 Οικονομικό φιλτράρισμα (Economic Filtering)**

Αυτή η προσέγγιση φιλτραρίσματος αφορά την ενθάρρυνση των χρηστών, και την επιβράβευση τους για την σύσταση προϊόντων σε άλλους χρήστες. Τα κίνητρα είναι οικονομικά κυρίως, και από εκεί έχει πάρει το όνομα της αυτή η μέθοδος φιλτραρίσματος.

### **3.2.8 Φιλτράρισμα με βάση τη Γνώση (Knowledge-Based Filtering)**

Αν και οι μέθοδοι του Συνεργατικού φιλτραρίσματος και του Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Περιεχόμενο στη πλειονότητα των περιπτώσεων επαρκούν όταν η αλληλεπίδραση του χρήστη είναι συχνή, σε άλλες όμως περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα η αγορά προϊόντων για τα οποία δεν υπάρχουν αξιολογήσεις, χρησιμοποιείται το Φιλτράρισμα με βάση τη Γνώση. Αυτού του είδους η προσέγγιση κάνει χρήση των χαρακτηριστικών των προϊόντων, και στην συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των χρηστών και των προτεραιοτήτων τους, δημιουργεί συστάσεις μέσα από ένα μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων [13]. Ο μηχανισμός αυτός αποτελείται από κανόνες σε μορφή “if ... then ... else” [13]. Αυτό που κάνει την προσέγγιση αυτή να διαφέρει είναι ότι δεν χρειάζεται

χρόνος εκμάθησης των αντικειμένων, εφόσον τα αντικείμενα αξιολογούνται πριν την εισαγωγή τους στο σύστημα. Αυτή η προσέγγιση εξαρτάται μόνον από την εισαγωγή πληροφοριών από το χρήστη, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως περιορισμοί. Στην συνέχεια, ο χρήστης κάνοντας χρήση κατάλληλων κανόνων λαμβάνει τις ανάλογες συστάσεις. Επιπρόσθετα, για την αναπαράσταση της γνώσης σχετικά με προϊόντα και υπηρεσίες γίνεται χρήση οντολογιών [13].

Ακολουθούν στη συνέχεια τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των τεχνικών Φιλτραρίσματος βασισμένο στη Γνώση.

### ***3.2.8.1 Πλεονεκτήματα Φιλτραρίσματος βασισμένο στη Γνώση***

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι δεν αντιμετωπίζουν δυσκολία με το πρόβλημα της ψυχρής εκκίνησης, επειδή οι προτάσεις διαμορφώνονται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων και όχι με τις αξιολογήσεις. Για αυτό το λόγο προτιμάται η προσέγγιση αυτή σε περιπτώσεις όπου οι συναρτήσεις ομοιότητας της προσέγγισης φιλτραρίσματος με Βάση το Περιεχόμενο, δεν παράγουν αξιόπιστες προτάσεις [13]. Τέλος, οι συστάσεις που παράγονται είναι υψηλής ποιότητας, ακριβείς, και ικανοποιούν τον χρήστη ο οποίος «έχει τον έλεγχο» των προτάσεων που του εμφανίζονται.

### ***3.2.8.2 Μειονεκτήματα Φιλτραρίσματος βασισμένο στη Γνώση***

Παρόλα τα θετικά στοιχεία αυτή της προσέγγισης, παρουσιάζονται σημαντικά μειονεκτήματα. Ίσως το πιο σημαντικό μειονέκτημα της σε σύγκριση με τις άλλες προσεγγίσεις, είναι η αδυναμία δημιουργίας προτάσεων προσανατολισμένες στις προτιμήσεις κάθε χρήστη. Εντούτοις, απαιτείται προσπάθεια για τη διατύπωση κανόνων. Επιπλέον, το ΣΣ το οποίο δημιουργείται είναι στατικό, υποδηλώνοντας ότι αν δεν αλλάξουν οι κανόνες, δεν αλλάζουν και οι προτάσεις του συστήματος.

## **3.3 Άλλες προκλήσεις στη Ανάπτυξη των Συστημάτων Σύστασης**

Εκτός από τα ζητήματα που έχουμε ήδη αναφέρει παραπάνω όπως είναι η Ανεπάρκεια Δεδομένων, η Ψυχρή Εκκίνηση, η Επεκτασιμότητα, τα Grey sheep και Black sheep problem, οι απάτες κ.α., οι αναλυτές λογισμικού έρχονται αντιμέτωποι με προκλήσεις οι οποίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων:

### ***Ιδιωτικότητα***

Η ιδιωτικότητα αποτελεί ίσως την μεγαλύτερη ανησυχία όλων των χρηστών στο διαδίκτυο, και κατ' επέκταση στις διαδικτυακές εφαρμογές που χρησιμοποιούν συστήματα σύστασης όπως αυτές που

μελετούμε στη παρούσα διπλωματική εργασία. Έχει παρατηρηθεί ότι οι χρήστες δείχνουν έλλειψη εμπιστοσύνης σε αυτά τα συστήματα, και αρνούνται να δώσουν οποιαδήποτε είδους πληροφορία προκειμένου να λάβουν εξατομικευμένες προτάσεις. Έτσι, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν οι κατάλληλες πολιτικές ασφαλείας, και να οριστεί με ποιούς τρόπους θα γίνεται η διαχείριση των πληροφοριών αυτών, ώστε να προστατεύονται τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών και να μην παρεμποδίζεται η λειτουργία των συστημάτων σύστασης, άρα και η παραγωγή καλύτερων συστάσεων. Επομένως, το μέλημα των αναλυτών λογισμικού είναι να χτίσουν την εμπιστοσύνη των χρηστών προς τα συστήματα σύστασης. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως μέσω του σχεδιασμού εύχρηστων, χωρίς σφάλματα, φιλικών προς το χρήστη εφαρμογών. Έπειτα, πρέπει να υπάρχει στην εφαρμογή, η δήλωση προστασίας προσωπικών δεδομένων που θα ενημερώνει το χρήστη με ποιόν τρόπο χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτόν, και ότι ο οργανισμός δεσμεύεται για την προστασία του απορρήτου των προσωπικών πληροφοριών των χρηστών. Για την προστασία των δεδομένων που αποθηκεύονται με την χρήση του Συνεργατικού Φιλτραρίσματος, χρησιμοποιούνται **κρυπτογραφικές τεχνικές (cryptographic techniques) και τεχνικές τυχαιοποίησης (randomization techniques) [25]** που παρέχουν εξατομικευμένες συστάσεις προστατευμένες από διαρροή πληροφοριών. Στις τεχνικές Φιλτραρίσματος βασισμένο στο Περιεχόμενο, για την προστασία των προσωπικών πληροφοριών χρησιμοποιούνται ευρέως οι τεχνικές: **τοπικής στόχευσης (local targeting), θεωρίας παιχνιδιών (game theory), ανωνυμοποίησης (anonymization), κρυπτογραφικές τεχνικές (cryptographic techniques), και η συσκοτίση (obfuscation) [25]**.

#### *Περιορισμοί στις κινητές συσκευές*

Σχετικά με την ανάπτυξη των συστημάτων σύστασης για περιβάλλοντα κινητών συσκευών, το οποίο αποτελεί μάλιστα μέρος αυτής της διπλωματικής εργασίας, εμφανίζονται προκλήσεις όσο αφορά τη μεταφερσιμότητα του συστήματος σύστασης και το γεγονός ότι ισχύουν όλοι οι περιορισμοί που ισχύουν γενικότερα στην ανάπτυξη εφαρμογών για κινητές συσκευές.

### 3.4 Αξιολόγηση των Συστημάτων Σύστασης

Για να διαπιστώσουμε το πόσο καλός είναι ο αλγόριθμος που έχουμε επιλέξει να χρησιμοποιήσουμε , προβαίνουμε στην αξιολόγηση του , η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους.

Ένας από αυτούς αποτελεί η on-line παρακολούθηση του συστήματος, εξετάζοντας τις συστάσεις που παράγει το σύστημα συστάσεων και τις αντίστοιχες αντιδράσεις των χρηστών για ένα χρονικό διάστημα. Τα δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση του συστήματος ονομάζονται σύνολα δεδομένων (datasets) και αποτελούνται από χρήστες που έχουν αξιολογήσει κάποια αντικείμενα και αναπαρίστανται με τιμές . Όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα έτοιμα σύνολα δεδομένων πχ. λόγω του ότι το σύστημα συστάσεων έχει μόλις δημιουργηθεί, χρησιμοποιούνται συνθετικά σύνολα δεδομένων (synthetic datasets).

Παράλληλα, υπάρχει η δυνατότητα αξιολόγησης του συστήματος σύστασης μέσω της συμπλήρωσης ερωτηματολογίων από τους χρήστες, είτε μέσω πειραμάτων σε εργαστηριακό χώρο.

Για την αξιολόγηση της επιτυχίας των συστημάτων αυτών έχουν θεσπιστεί μετρικές αξιολόγησης της απόδοσης του συστήματος όπως είναι οι παρακάτω:

$$\text{Ακρίβεια} = \frac{|\{\text{σύνολο επιτυχημένων συστάσεων}\} \cap \{\text{σύνολο διατυπωμένων συστάσεων}\}|}{\{\text{σύνολο διατυπωμένων συστάσεων}\}}$$

Η μονάδα μέτρησης της Ακρίβειας (Precision) εκφράζεται από το πηλίκο των επιτυχημένων συστάσεων (True Positive) προς το σύνολο των διατυπωμένων συστάσεων (True positive + False Positive). Σε αυτή τη μετρική, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό αυτό τόσο το καλύτερο.

Και,

$$\text{Ανάκληση} = \frac{|\{\text{σύνολο επιτυχημένων συστάσεων}\} \cap \{\text{σύνολο διατυπωμένων συστάσεων}\}|}{\{\text{σύνολο επιτυχημένων συστάσεων}\}}.$$

Όπου μετράται η Ανάκληση (Recall) ως το πηλίκο των επιτυχημένων συστάσεων (True Positive) προς το πλήθος των ιδανικών συστάσεων που θα μπορούσαν να προταθούν. Δηλαδή, ομοιάζει με την ακρίβεια με τη διαφορά ότι ο παρονομαστής αποτελείται από το σύνολο των συστάσεων που προτάθηκαν ορθά και αυτών που λανθασμένα δεν προτάθηκαν (True Positive + False Negative). Όσο μεγαλύτερες οι τιμές της Ανάκλησης τόσο το καλύτερο.

Επιπλέον, ένας ακόμα τρόπος αξιολόγησης είναι με την χρήση της μετρικής MAE (Mean Absolute Error). Με τη MAE υπολογίζεται η απόκλιση (deviation) μεταξύ των υπαρχόντων βαθμολογιών και αυτών που έχουν υπολογιστεί από τον αλγόριθμο σύστασης.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_n |\widehat{r}_{u,i} - r_{u,i}|$$

Όπου (n) είναι ο αριθμός των πειραμάτων που διενεργούνται από το σύστημα συστάσεων για την αξιολόγηση των συστάσεων που παράγονται από το σύστημα, και  $\widehat{r}_{u,i}$  είναι η πρόβλεψη του συστήματος για την αξιολόγηση που θα έδινε ο χρήστης (u) για ένα αντικείμενο (i). Οι προβλέψεις του συστήματος συγκρίνονται με τις πραγματικές αξιολογήσεις  $r_{u,i}$  που δίνει κάθε χρήστης (u) για ένα αντικείμενο (i). Όσο μικρότερη η τιμή του MAE τόσο το καλύτερο.

Αντίστοιχα, με τη χρήση της μετρικής RMSE (Root Mean Square Error), όσο μικρότερη η τιμή της τόσο το καλύτερο.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_n (\widehat{r}_{u,i} - r_{u,i})^2}$$

### 3.5 Η συμβολή των Συστημάτων Σύστασης στην ανάπτυξη E-health εφαρμογών

Το είδος των συστημάτων σύστασης που σχετίζονται αποκλειστικά με την υγεία καλείται Health Recommendations Systems – HRS. Μερικά παραδείγματα HRS θα δοθούν στην συνέχεια αυτής της παραγράφου.

Σε αντίθεση με άλλα συστήματα σύστασης τα οποία δεν γνωρίζουν τόσο προσωπικές πληροφορίες για τους χρήστες και παράγουν λιγότερο παρεμβατικές συστάσεις (πχ. Amazon), τα HRS βοηθούν τους επαγγελματίες υγείας στην λήψη αποφάσεων για τους ασθενείς, παράγοντας διάγνωση προσανατολισμένη στις ανάγκες του ασθενούς. Για την παραγωγή της διάγνωσης, λαμβάνονται υπόψη τα δημογραφικά στοιχεία, και το ηλεκτρονικό ιατρικό αρχείο, τα οποία με τη χρήση ενός υβριδικού αλγορίθμου συγκρίνονται με δεδομένα άλλων ασθενών και μέσω ορισμένων υπολογισμών παράγεται η σύσταση. Επιπλέον, στο [28] αναφέρεται ότι τα HRS με τη χρήση υβριδικών αλγορίθμων, μπορούν να εφαρμοστούν στην πρωτοβάθμια (ή εξωνοσοκομειακή) περίθαλψη για να υποδεικνύουν στους ασθενείς μια λίστα με γιατρούς, για να επιλέξουν τον οικογενειακό τους ιατρό.

Επιπρόσθετα, τα HRS μπορούν να παρέχουν συστάσεις με τις κατάλληλες ιατρικές συμβουλές στους ασθενείς, είτε σε συνεχή βάση, είτε περιστασιακά, για την παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας τους, με σκοπό να θεραπευτούν ή να θέσουν υπό έλεγχο κάποια ασθένεια ή πάθηση. Για παράδειγμα, έχουν προταθεί εφαρμογές με συστήματα HRS για ασθενείς με Διαβήτη [32], Άνοια, Ημικρανίες κ.α. Ακόμα, έχουν σχεδιαστεί HRS κατάλληλα για την φροντίδα ηλικιωμένων. Άλλα παραδείγματα HRS αποτελούν οι εφαρμογές για την διακοπή του καπνίσματος [29], την διατροφή [27], [30], την διατήρηση μιας καλής φυσικής κατάστασης, τον ύπνο [31], τη σωστή λήψη φαρμάκων κ.α.

Στην πραγματικότητα, ο σχεδιασμός HRS, δεν πρόκειται για μια απλή υπόθεση, πρέπει να γίνεται με την ανάλογη σοβαρότητα και υπευθυνότητα. Για το λόγο αυτό, πρέπει να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα λάθους [26], καθώς οι αποφάσεις που παίρνονται βάσει των συστάσεων αφορούν την υγεία των ασθενών (πχ. όταν χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση της αγωγής των ασθενών) και ενδεχομένως αν είναι λανθασμένες να επιφέρουν σοβαρότατες συνέπειες στην υγεία τους. Επιπλέον, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πιθανότητα αποτυχίας του λογισμικού ή έλλειψης υποστήριξης του [26].

Σύμφωνα με τους **Wendel S., Dellaert B.G., Ronteltap A., et al.** [27] οι ασθενείς τείνουν να εμπιστεύονται περισσότερο e-health εφαρμογές που τους έχει προτείνει κάποιος επαγγελματίας υγείας, και όταν συμβαίνει αυτό, δίνουν μεγαλύτερη βάση στη χρησιμότητα τους, από ότι στην ικανοποίηση τους ως χρήστες. Επίσης, οι χρήστες των εφαρμογών αυτών αναμένουν οι e-health εφαρμογές να είναι αποτελεσματικές όσον αφορά τη χρήση τους, και οι συστάσεις που παράγονται να είναι έγκυρες.

Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω παραδείγματα, η εφαρμογή των HRS στο πλαίσιο μιας Τεκμηριωμένης Ιατρικής - Evidence based Medicine αναμένεται να ανατρέψει τα σημερινά δεδομένα στην Υγεία και την Ιατρική Περίθαλψη, με τον ασθενή να λαμβάνει πλέον ενεργό συμμετοχή στην φροντίδα της υγείας του και να γίνεται πιο ανεξάρτητος.

### **3.5.1 Συγκριτική αξιολόγηση των μοντέλων ΣΣ, κατάλληλων για συμβουλευτική σε αγωγή υγείας**

Για να ταξινομήσουμε τα ΣΣ κατάλληλα για συμβουλευτική σε αγωγή υγείας των ασθενών αναζητήσαμε τις περιπτώσεις εφαρμογής ΣΣ στην εγχώρια και ξένη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια τις κατηγοριοποιήσαμε με την χρήση ορισμένων κριτηρίων όπως είναι : οι συνθήκες δεδομένων του προβλήματος, το είδος του προβλήματος, το είδος και η καταλληλότητα του αλγόριθμου.

Οι αλγόριθμοι σύστασης βασίζονται στην προσέγγιση φιλτραρίσματος από όπου παίρνουν και το όνομα τους. Διακρίνονται σε: Collaborative filtering (**CF**), Content - based filtering (**CB**), Knowledge - Based filtering(**KB**), Hybrid - Based filtering (**HyB**), Context-Based filtering .

Αρχικά, διακρίνουμε τους αλγόριθμους σύστασης ανά είδος προβλήματος που εφαρμόστηκαν, και υπό ποιες συνθήκες δεδομένων.

Ανάλογα με τις συνθήκες των δεδομένων χρήστη, οι αλγόριθμοι σύστασης διακρίνονται στις εξής περιπτώσεις : (α) στην παρουσία ιστορικών δεδομένων χρήστη, (β) στην έλλειψη ιστορικών δεδομένων χρήστη αλλά στην παρουσία δεδομένων χρηστών με παρόμοιο προφίλ χρήστη, (γ) στην παρουσία και των δύο, (δ) στη μεταβολή των δεδομένων από άλλους παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση, και (ε) στην διαφοροποίηση των δεδομένων χρήστη από άλλους χρήστες, που δυσχεραίνει την εύρεση όμοιων χρηστών.

**Πίνακας 2** - Οι αλγόριθμοι σύστασης ανά συνθήκη δεδομένων του προβλήματος.

Αλγόριθμοι	CF	CB	KB	HyR	Context-Based
1. Χρήση ιστορικών Δεδομένων Χρήστη.		NAI			
2. Χρήση δεδομένων άλλων χρηστών με παρόμοιο προφίλ.	NAI				
3. Χρήση και των δύο.				NAI	
4. Μεταβολή των Δεδομένων που επηρεάζει τη σύσταση.					NAI
5. Διαφοροποίηση των δεδομένων χρήστη από άλλους χρήστες.				NAI	NAI

Όταν χρησιμοποιούνται ιστορικά δεδομένα χρήστη όπως στο [33] χρησιμοποιείται ο CB αλγόριθμος . Για τη χρήση δεδομένων άλλων χρηστών με παρόμοιο προφίλ χρησιμοποιείται ο CF αλγόριθμος, και για την χρήση και των δύο περιπτώσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο HyB. Για τη μεταβολή των Δεδομένων που επηρεάζει τη σύσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο Context-Based. Αντίστοιχα, για τη διαφοροποίηση των δεδομένων χρήστη από άλλους χρήστες πιστεύουμε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο HyB και ο Context-Based.

Ανάλογα με τον σκοπό χρήσης τους οι αλγόριθμοι σύστασης μπορούν επίσης να κατηγοριοποιηθούν στις εξής κατηγορίες : (α) Διάγνωση, (β) Ιατρική Συμβουλή, (γ) Συνεχής Παρακολούθηση και Ιατρική Συμβουλή, (δ) Περιοδική Παρακολούθηση και Ιατρική Συμβουλή.

**Πίνακας 3** - Οι αλγόριθμοι σύστασης ανά σκοπό χρήσης τους.

Σκοπός Χρήσης/Αλγόριθμος	CF	CB	KB	HyR	Context-Based
1. Διάγνωση				NAI	
2. Ιατρική Συμβουλή				NAI	
3. Συνεχής Παρακολούθηση και Ιατρική Συμβουλή				NAI	
4. Περιοδική Παρακολούθηση και Ιατρική Συμβουλή				NAI	

Για την Διάγνωση πιστεύουμε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα υβριδικός αλγόριθμος ο οποίος χρησιμοποιώντας όχι μόνο τα δημογραφικά στοιχεία του χρήστη και τα συμπτώματα του, αλλά χρησιμοποιώντας δεδομένα άλλων χρηστών θα μπορεί να εκπαιδευτεί ώστε να παράξει τη κατάλληλη διάγνωση για το συγκεκριμένο ασθενή. Έπειτα, όσον αφορά την Ιατρική συμβουλή, τη Συνεχή Παρακολούθηση και Ιατρική Συμβουλή, και τη Περιοδική Παρακολούθηση και Ιατρική Συμβουλή, και αυτές οι περιπτώσεις μπορούν να παραχθούν με την χρήση υβριδικού αλγόριθμου, όμοια με τη προηγούμενη περίπτωση, συγκρίνοντας την εξέλιξη των συμπτωμάτων του χρήστη και με τα δεδομένα παρόμοιων χρηστών. Πιο συγκεκριμένα, για την δημιουργία της Ιατρικής συμβουλής μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα δέντρα απόφασης, τα οποία φημίζονται για την μεγάλη ταχύτητα εκπαίδευσης και την δυνατότητα χρήσης κανόνων συμπερασμού (if-then rules).

## Κεφάλαιο 4ο : Υλοποίηση πληροφοριακού συστήματος

### 4.1 Η μεθοδολογία ανάπτυξης της εφαρμογής

Για την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος υγείας είναι αναγκαία συνθήκη, η ύπαρξη μιας mobile εφαρμογής για να μπορεί ο χρήστης να έχει πρόσβαση σε αυτή ανά πάσα στιγμή, και να ελέγχει τα αποτελέσματα του.

Επίσης, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός απομακρυσμένου εξυπηρετητή ο οποίος θα αποθηκεύει τα δεδομένα του χρήστη με σκοπό ο ίδιος να έχει πρόσβαση σε αυτά και από άλλες συσκευές. Επιπλέον, θα επεξεργάζεται τις πληροφορίες που παρέχει ο χρήστης μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου (Αξιολόγηση συμπτωμάτων) και δημιουργεί προβλέψεις και προτάσεις για τον χρήστη.

Οι πληροφορίες που θα παρέχει ο χρήστης στην εφαρμογή αποθηκεύονται τόσο τοπικά στη συσκευή του στην περίπτωση που επιλέξει ενώ ταυτόχρονα αποστέλλονται και στον server.

Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

- Kotlin για το back-end της mobile εφαρμογής.
- XML για το design και το front-end της mobile εφαρμογής.
- PHP για τη λειτουργικότητα του server
- Python για το σύστημα προβλέψεων (recommender system)

Η αποθήκευση των δεδομένων στον σέρβερ θα γίνεται σε βάση MySQL ενώ στη mobile συσκευή θα γίνεται σε βάση SQLite με τη χρήση της βιβλιοθήκης Room. Η αυθεντικοποίηση χρήστη, η εγγραφή και η σύνδεση στην εφαρμογή υλοποιήθηκαν μέσω της πλατφόρμας Firebase όπου και αποθηκεύονται στοιχεία χρήστη όπως το email, ο κωδικός, το όνομα (για σύνδεση μέσω Google λογαριασμού) καθώς και δημιουργείται αυτόματα μοναδικό id. Η επικοινωνία μεταξύ server και mobile εφαρμογής γίνεται μέσω API.

Μερικά από τα εργαλεία λογισμικού που θα χρειαστούν για την ανάπτυξη της εφαρμογής είναι τα εξής:

- Android Studio (ανάπτυξη mobile εφαρμογής)
- Atom (ανάπτυξη server-side scripts σε PHP)
- Anaconda (ανάπτυξη server-side scripts σε Python)

## 4.2 Σχεδιασμός Μοντέλου Περιπτώσεων Χρήσης

Κατά τον σχεδιασμό της m-health εφαρμογής, γνωρίζοντας πόσο σημαντική είναι η συμβολή της ανάλυσης απαιτήσεων στην ανάπτυξη του συστήματος, κληθήκαμε να καταγράψαμε τις περιπτώσεις χρήσης, που περιγράφουν τις κυριότερες λειτουργίες που πραγματοποιεί το σύστημα. Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται οι προδιαγραφές ανά περίπτωση χρήσης.

<b>Όνομα ΠΧ</b>	<b>Άνοιγμα εφαρμογής</b>	
<b>Σύνοψη</b>	Ο χρήστης επιθυμεί να ανοίξει την εφαρμογή.	
<b>Πρωταγωνιστές</b>	Ο χρήστης .	
<b>Προσυνθήκες</b>	Η εφαρμογή πρέπει να βρίσκεται εγκαταστημένη στο κινητό τηλέφωνο του χρήστη. Το σύστημα πρέπει να λειτουργεί δίχως προβλήματα.	
<b>Μετασυνθήκες</b>	Το σύστημα προτρέπει το χρήστη να εγγραφεί ή να συνδεθεί .	
<b>Συσχετιζόμενες Περιπτώσεις Χρήσης</b>	Εγγραφή, Σύνδεση	
<b>Βασική Ροή</b>	<b>Διαδικασίες / Βήματα</b>	<b>Δεδομένα</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ο χρήστης κάνει κλικ στο εικονίδιο της εφαρμογής.</li> <li>2. Το Σύστημα αποκρίνεται ανοίγοντας την διεπαφή.</li> <li>3. Το Σύστημα εμφανίζει buttons για τις εξής επιλογές : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Εγγραφή</li> <li>• Σύνδεση</li> <li>• Σύνδεση με λογαριασμό Google</li> </ul> </li> </ol>	
<b>Εναλλακτική Ροή</b>	-	

<b>Όνομα ΠΧ</b>	<b>Εγγραφή</b>	
<b>Σύνοψη</b>	Ο χρήστης επιθυμεί να εγγραφεί στο σύστημα. Αφότου συμπληρώσει τα απαραίτητα πεδία, το σύστημα αποστέλλει στο χρήστη ενημερωτικό email.	
<b>Πρωταγωνιστές</b>	Ο χρήστης .	
<b>Προσυνθήκες</b>	Το σύστημα πρέπει να λειτουργεί δίχως προβλήματα.	

<b>Μετασυνθήκες</b>	Ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί στο σύστημα.	
<b>Συσχετιζόμενες Περιπτώσεις Χρήσης</b>	Άνοιγμα Εφαρμογής.	
<b>Βασική Ροή</b>	<b>Διαδικασίες / Βήματα</b>	<b>Δεδομένα</b>
	1. Το use case ξεκινά όταν ο χρήστης κάνει κλικ στο button της Εγγραφής.	
	2. Το σύστημα εμφανίζει στον χρήστη την διεπαφή, στην οποία τον προτρέπει να συμπληρώσει τα στοιχεία του.	
	3. Ο χρήστης συμπληρώνει email, password.	email, password.
	4. Ο χρήστης κάνει κλικ για επιβεβαίωση.	
	5. Το σύστημα αποστέλλει email επιβεβαίωσης στο email του χρήστη.	
<b>Εναλλακτική Ροή</b>	6. Το σύστημα αποθηκεύει τα στοιχεία του χρήστη στην πλατφόρμα Firebase και στον απομακρυσμένο server και ανακατευθύνει το χρήστη στην αρχική σελίδα.	
	A. Αποτυχία Εγγραφής : Συμβαίνει αν ο χρήστης δεν συμπληρώσει όλα τα πεδία που απαιτούνται και εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα προτροπής.	

<b>Όνομα ΠΧ</b>	<b>Σύνδεση</b>
<b>Σύνοψη</b>	Ο χρήστης επιθυμεί να συνδεθεί στην εφαρμογή.
<b>Πρωταγωνιστές</b>	Ο χρήστης .
<b>Προσυνθήκες</b>	Προϋπόθεση είναι να έχει εγγραφεί ήδη ο χρήστης στην εφαρμογή.
<b>Μετασυνθήκες</b>	Ο χρήστης ανακατευθύνεται στην αρχική σελίδα και μπορεί να περιηγηθεί στην εφαρμογή, ανακαλύπτοντας τις λειτουργίες της.
<b>Συσχετιζόμενες</b>	Άνοιγμα Εφαρμογής, Εγγραφή.

Περιπτώσεις Χρήσης	Διαδικασίες / Βήματα	Δεδομένα
<b>Βασική Ροή</b>	<p>1. Το use case ξεκινά όταν ο χρήστης κάνει κλικ στο button της Σύνδεσης.</p> <p>2. Το Σύστημα αποκρίνεται εμφανίζοντας στον χρήστη την διεπαφή της σύνδεσης, στην οποία τον προτρέπει να συμπληρώσει τα στοιχεία του (email, password).</p> <p>3. Ο χρήστης συμπληρώνει email, password.</p> <p>4. Ο χρήστης κάνει κλικ στο κουμπί “Σύνδεση”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5. Το σύστημα εμφανίζει την αρχική σελίδα.</li> </ul>	email, password.
<b>Εναλλακτική Ροή</b>	<p>A. Αποτυχία Σύνδεσης : Συμβαίνει αν ο χρήστης δεν συμπληρώσει όλα τα πεδία που απαιτούνται ή αν πληκτρολογήσει λανθασμένα τα στοιχεία εισόδου , και στη συνέχεια εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα προτροπής. Επιστροφή στην αρχική κατάσταση εισαγωγής στοιχείων, στο βήμα 2.</p>	

Όνομα ΠΧ	Αξιολόγηση συμπτωμάτων
<b>Σύνοψη</b>	Ο χρήστης αφού κάνει κλικ στο button “Αξιολόγηση συμπτωμάτων”, προχωρεί στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου για την αξιολόγηση της κατάστασης της υγείας του. Με την ολοκλήρωση του ερωτηματολογίου, το σύστημα εμφανίζει προτάσεις και συστάσεις στο χρήστη.
<b>Πρωταγωνιστές</b>	Ο χρήστης .
<b>Προσυνθήκες</b>	Ο χρήστης πρέπει να είναι συνδεδεμένος στο σύστημα.
<b>Μετασυνθήκες</b>	Μετά το τέλος της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου, το σύστημα εμφανίζει προτάσεις και συστάσεις στο χρήστη.
<b>Συσχετιζόμενες Περιπτώσεις</b>	Άνοιγμα εφαρμογής, Εγγραφή, Σύνδεση.

Χρήσης		
	Διαδικασίες / Βήματα	Δεδομένα
Βασική Ροή	<p>1. Το use case ξεκινά όταν ο χρήστης κάνει κλικ στο button της “Αξιολόγησης συμπτωμάτων”.</p> <p>2. Το σύστημα εμφανίζει pop-up παράθυρο και προτρέπει τον χρήστη να δώσει τη συγκατάθεση του για την επεξεργασία των προσωπικών του δεδομένων. Εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα και τα κουμπιά:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Περισσότερα</li> <li>B. Απόρριψη</li> <li>C. Αποδοχή</li> </ul> <p>3. Ο χρήστης πατάει το κουμπί “Αποδοχή”</p> <p>4. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να επιλέξει αν έχει άσθμα ή και αλλεργική ρινίτιδα</p> <p>5. Ο χρήστης επιλέγει.</p> <p>6. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να επιλέξει τα συμπτώματα που μπορεί να τον απασχολούν.</p> <p>7. Ο χρήστης επιλέγει ανάμεσα στις διαθέσιμες επιλογές:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Μύτη μου τρέχει</li> <li>* Φαγούρα στη μύτη</li> <li>* Βουλωμένη μύτη</li> <li>* Φτέρνισμα</li> <li>* Διαταραχές στην όσφρηση</li> <li>* Φαγούρα στα μάτια</li> <li>* Μάτια μου τρέχουν</li> <li>* Μάτια μου κοκκινίζουν</li> <li>* Αισθάνομαι ότι κάτι ξένο υπάρχει στο λαιμό μου</li> <li>* Βήχας</li> <li>* Αισθάνομαι κάποιους μουσικούς θορύβους στην αναπνοή μου, στο λαιμό ή στον πνεύμονα</li> <li>* Δύσπνοια</li> <li>* Δε χορταίνω ύπνο</li> </ul>	<p>has_asthma, has_allergic_rhinitis</p> <p>symptoms</p>

\* Έχω υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας

6. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του.  
“α) Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας συνολικά; “

7. Ο χρήστης επιλέγει .

8. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του:  
“ β) Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας από τη μύτη;”

9. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του.  
“γ) Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας από το φάρυγγα;”

10. Ο χρήστης επιλέγει .

11. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του.  
“δ) Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας από τον πνεύμονα.“

12. Ο χρήστης επιλέγει .

13. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του.  
“ε) Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας από τους οφθαλμούς;”

14. Ο χρήστης επιλέγει .

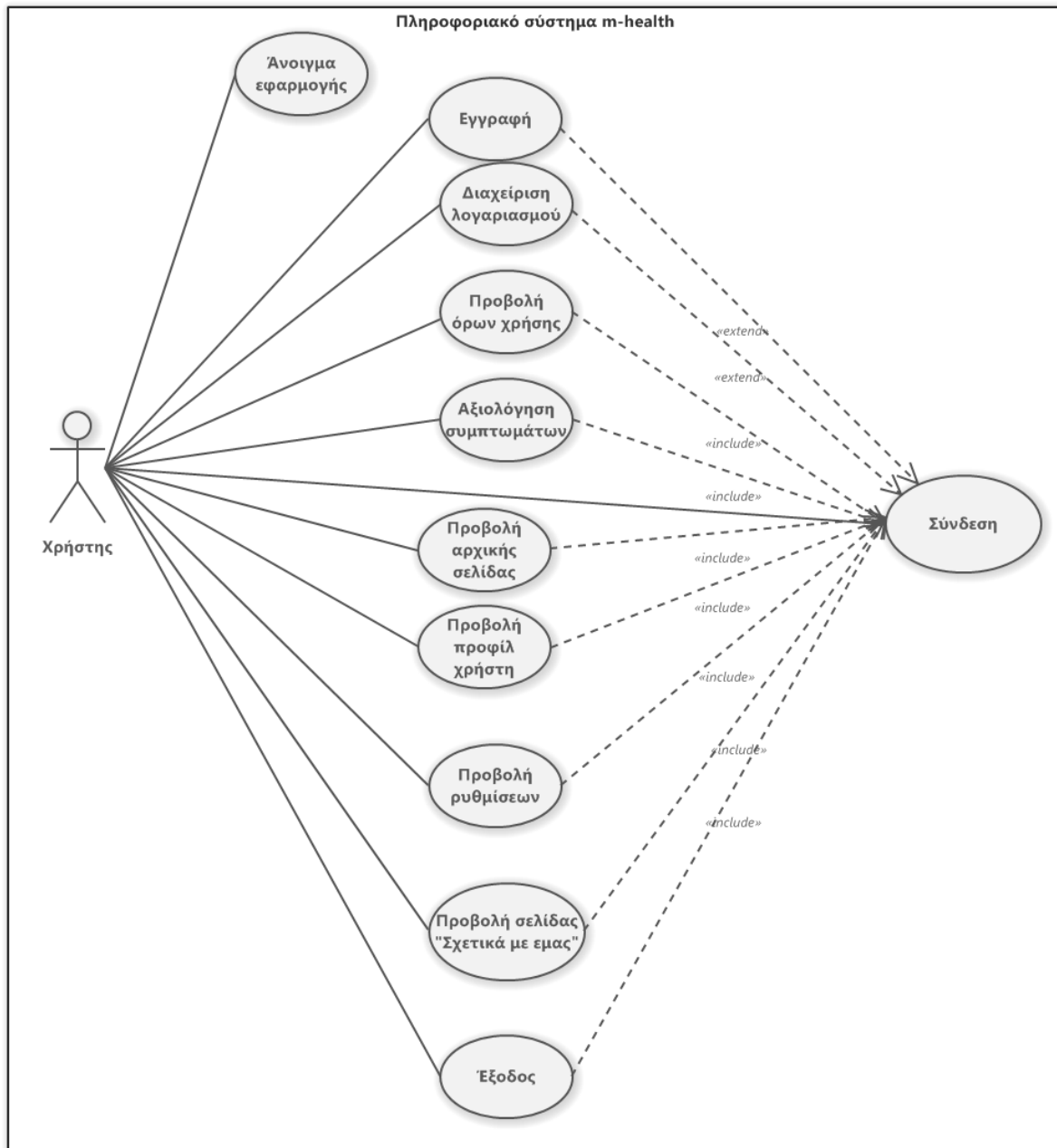
15. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική

<p><b>Εναλλακτική Ροή</b></p>	<p>αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του.</p>	
	<p>16. Ο χρήστης επιλέγει .</p> <p>17. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του. “στ) Πως αξιολογείτε την ποιότητα του ύπνου σας τη χθεσινή νύχτα;”</p> <p>18. Ο χρήστης επιλέγει .</p> <p>19. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του. “ζ) Παρουσιάσατε υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας, σήμερα;”</p> <p>20. Ο χρήστης επιλέγει .</p> <p>21. Το σύστημα προτρέπει τον χρήστη να απαντήσει σε οπτική αναλογική κλίμακα αξιολογώντας τη βαρύτητα των συμπτωμάτων του. “η) Πόσο επηρεάζουν τα συμπτώματά σας την εργασία σας, σήμερα;”</p> <p>22. Ο χρήστης επιλέγει .</p>	
	<p>A. Ο χρήστης πατάει το κουμπί Απόρριψη: Εμφανίζεται μήνυμα απόρριψης και κλείνει το pop-up παράθυρο Επιστροφή στην αρχική κατάσταση, στο βήμα 1.</p>	
	<p>B. Ο χρήστης πατάει το κουμπί Περισσότερα: Κλείνει το pop-up παράθυρο και μεταφέρει τον χρήστη στη διεπαφή “Πολιτική Απορρήτου”.</p>	
<p><b>Όνομα ΠΧ</b></p>	<p><b>Εμφάνιση Προτάσεων</b></p>	
<p><b>Σύνοψη</b></p>	<p>Το σύστημα εμφανίζει τις προτάσεις του στον ασθενή. Οι προτάσεις αποτελούνται από :</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Οδηγίες αποφυγής αλλεργιογόνου (όπως καθαρισμός φίλτρων αυτοκινήτου, ....)</li> <li>- Οδηγίες με τη συνέχιση, ελάττωση, ή αύξηση της αγωγής για την κάθε κατηγορία φαρμάκων που ο ασθενής λαμβάνει αναλόγως των απαντήσεων στην οπτική αναλογική κλίμακα</li> <li>- Ενημέρωση για τις πιθανές περιοχές υψηλού αλλεργιογονικού φορτίου για τον ασθενή (πληροφορία βασιζόμενη α) στη μετακίνηση του ασθενούς κατά τη διάρκεια της ημέρας, β) στις απαντήσεις της οπτικής αναλυτικής κλίμακας και γ) στο χρόνο συμπλήρωσης της οπτικής αναλυτικής κλίμακας</li> </ul>						
<b>Πρωταγωνιστές</b>	Ο χρήστης .						
<b>Προσυνθήκες</b>	<p>Να μπορεί ο χρήστης να έχει πρόσβαση ξανά στις προτάσεις όποτε αυτός το επιθυμεί. Ο χρήστης θα πρέπει να συμπληρώνει Αξιολόγηση συμπτωμάτων <u>τακτικά</u> τουλάχιστον για 7 ημέρες.</p> <p>Η εφαρμογή θα πρέπει να ενημερώνεται από τον ασθενή α) κατά την αφύπνισή του, β) κατά την άφιξή του στον εργασιακό χώρο, γ) κατά την αναχώρησή του από τον εργασιακό χώρο, δ) πριν από τον ύπνο και ε) σε μεγάλη επιδείνωση των συμπτωμάτων του.</p>						
<b>Μετασυνθήκες</b>	Η παρουσίαση των προτάσεων της εφαρμογής στον χρήστη.						
<b>Συσχετιζόμενες Περιπτώσεις Χρήσης</b>	Άνοιγμα εφαρμογής, Εγγραφή, Σύνδεση, Αξιολόγηση συμπτωμάτων.						
<b>Βασική Ροή</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Διαδικασίες / Βήματα</th> <th>Δεδομένα</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Το σύστημα εμφανίζει τις προτάσεις στο χρήστη.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2. – Ο χρήστης πατάει «οκ» για επιβεβαίωση, και κλείνει το παράθυρο.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Διαδικασίες / Βήματα	Δεδομένα	1. Το σύστημα εμφανίζει τις προτάσεις στο χρήστη.		2. – Ο χρήστης πατάει «οκ» για επιβεβαίωση, και κλείνει το παράθυρο.	
Διαδικασίες / Βήματα	Δεδομένα						
1. Το σύστημα εμφανίζει τις προτάσεις στο χρήστη.							
2. – Ο χρήστης πατάει «οκ» για επιβεβαίωση, και κλείνει το παράθυρο.							
<b>Εναλλακτική Ροή</b>	-						
<b>Εναλλακτική Ροή</b>	-						

### 4.2.1 Σχεδίαση διαγράμματος περιπτώσεων χρήσης του συστήματος

Στο παρακάτω διάγραμμα περίπτωσης χρήσης (Use case diagram) απεικονίζεται το σύνολο των περιπτώσεων χρήσης του συστήματος, όπως αυτές περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

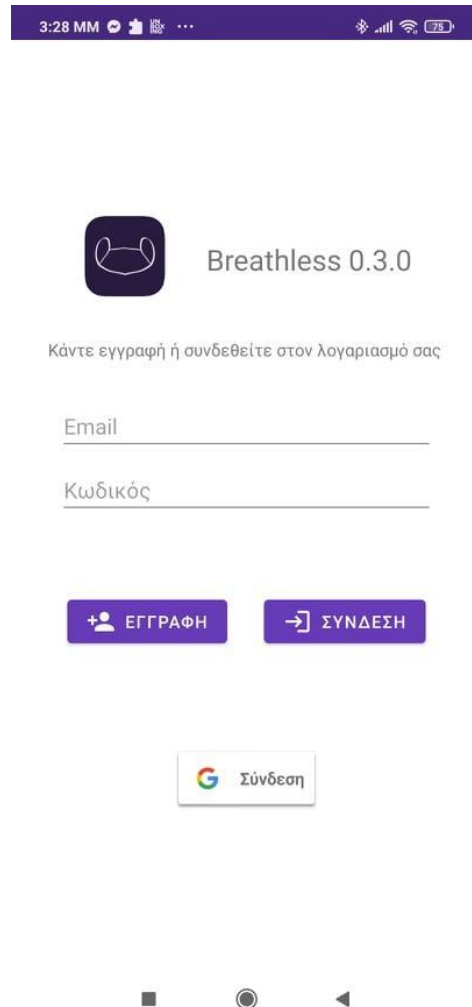


Εικόνα 12 - Το μοντέλο περιπτώσεων χρήσης που χρησιμοποιήσαμε.

Για το σχεδιασμό του διαγράμματος χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο σχεδιασμού Software Ideas Modeler.

### 4.3 Σχεδίαση της διεπαφής

Η εμφάνιση της διεπαφής για την Σύνδεση χρήστη είναι η παρακάτω:

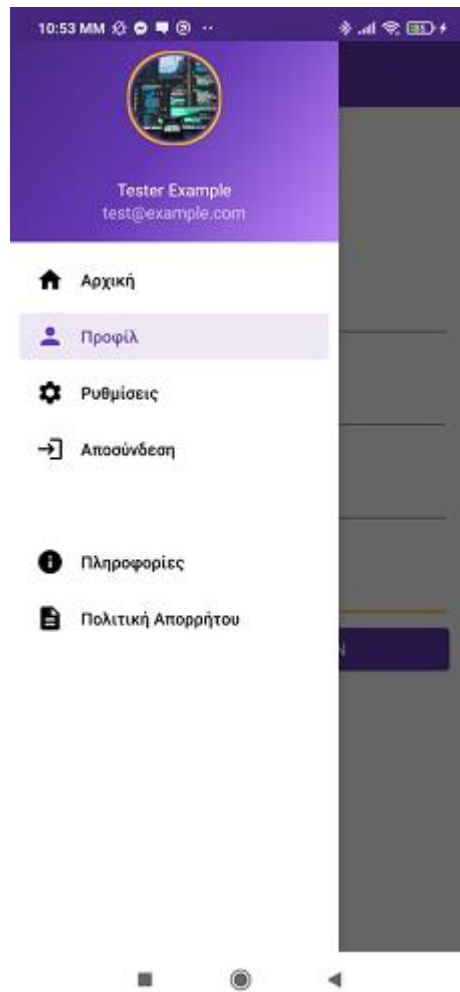


**Εικόνα 13** – Η σελίδα Σύνδεσης της εφαρμογής

Κάτω από το λογότυπο της εφαρμογής βρίσκονται δύο πεδία στα οποία ο χρήστης συμπληρώνει το email και το κωδικό πρόσβασης του για να συνδεθεί στο σύστημα ή να εγγραφεί .

Εναλλακτικά , μπορεί να κάνει κλικ στη Σύνδεση με Gmail, για να συνδεθεί με τα στοιχεία του λογαριασμού του στο Gmail, και να παρακάμψει την Εγγραφή, και την Σύνδεση.

Κάνοντας κλικ στο πλαϊνό μενού της εφαρμογής αποτελείται από:



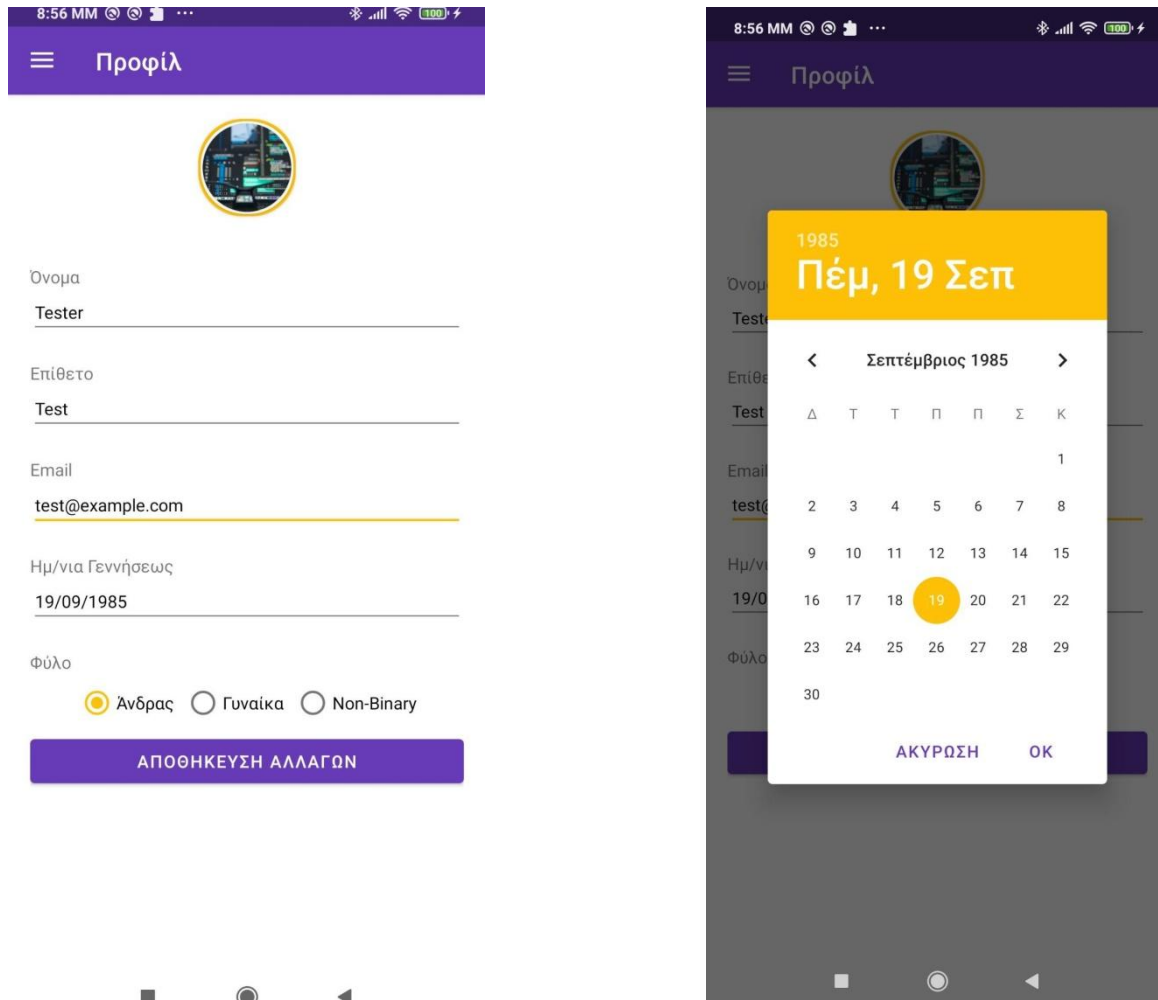
**Εικόνα 14** – Το πλαϊνό μενού της εφαρμογής

- (α) Την εικόνα και τα στοιχεία του χρήστη.
- (β) Το σύνδεσμο για την «Αρχική σελίδα».
- (γ) Το σύνδεσμο για το «Προφίλ χρήστη».
- (δ) Το σύνδεσμο για τις «Ρυθμίσεις» της εφαρμογής.
- (ε) Το σύνδεσμο για την «Αποσύνδεση από την εφαρμογή».
  
- (στ) Το σύνδεσμο για τη «Πολιτική Απορρήτου».
- (ζ) Το σύνδεσμο για τις «Πληροφορίες της εφαρμογής».

Στη παρακάτω φωτογραφία απεικονίζεται η επεξεργασία των προσωπικών στοιχείων του χρήστη, στην ενότητα προφίλ χρήστη.

Αυτά είναι : το όνομα, το επίθετο, το email και η ημερομηνία γέννησης.

Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να κάνει «Αποθήκευση Αλλαγών» ή να επιστρέψει πίσω στο μενού.

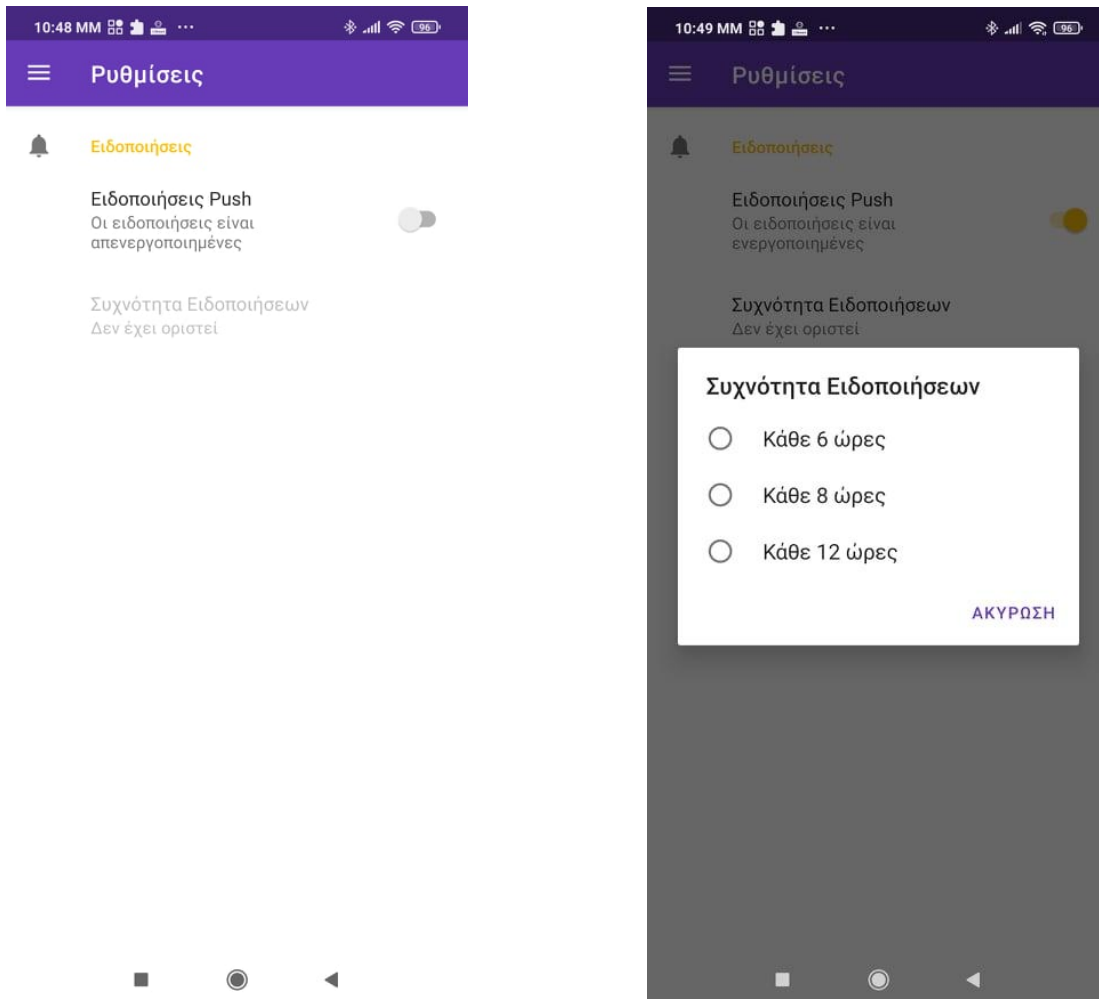


**Εικόνα 15,16** – Η σελίδα επεξεργασίας των στοιχείων του χρήστη δεξιά , και αριστερά η επιλογή ημερομηνίας.

Για να επεξεργαστεί την φωτογραφία προφίλ του, ο χρήστης κάνει κλικ στο κυκλικό πλαίσιο και αφότου δώσει την απαιτούμενη άδεια στην εφαρμογή, μπορεί να ανεβάσει την φωτογραφία που επιθυμεί από την συσκευή του.

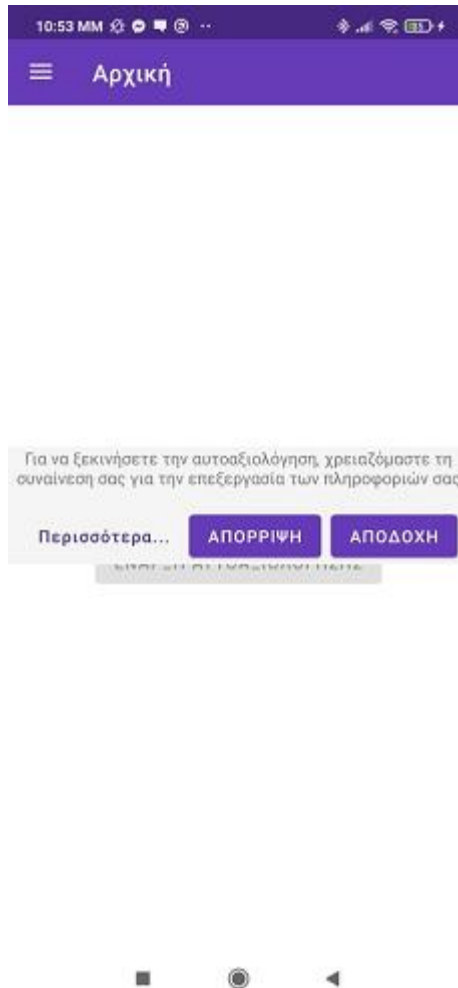
## Κεφάλαιο 4

Όπως μπορούμε να δούμε στις παρακάτω εικόνες, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει εφόσον το επιθυμεί, την χρήση ειδοποιήσεων Push , και την συχνότητα με την οποία θα εμφανίζονται αυτές.

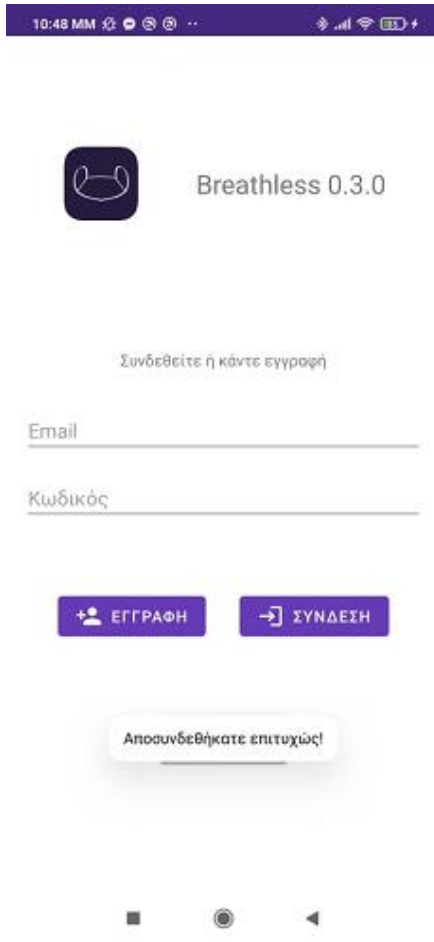


**Εικόνα 17,18** – Η σελίδα επεξεργασίας των ρυθμίσεων της εφαρμογής.

Στη παρακάτω επιφάνεια απεικονίζεται η αποδοχή των όρων χρήσης της εφαρμογής από τον χρήστη πριν την έναρξη του ερωτηματολογίου παρακολούθησης. Ο χρήστης επιλέγει την «Αποδοχή» ή την «Απόρριψη» των όρων χρήσης. Ακόμα, μπορεί να τους δει κάνοντας κλικ στην επιλογή «Περισσότερα».



**Εικόνα 19-** Το μήνυμα αποδοχής των όρων χρήσης .



Αν ο χρήστης επιθυμεί μπορεί να κάνει «Αποσύνδεση» κάνοντας κλικ στην κατάλληλη επιλογή από το πλαινό μενού.

**Εικόνα 20-** Αποσύνδεση από την εφαρμογή.

Ο χρήστης για να προβάλλει την πολιτική απορρήτου επιλέγει από το πλαινό μενού την «Πολιτική Απορρήτου».



**Εικόνα 21-** Ανάγνωση των όρων χρήσης.

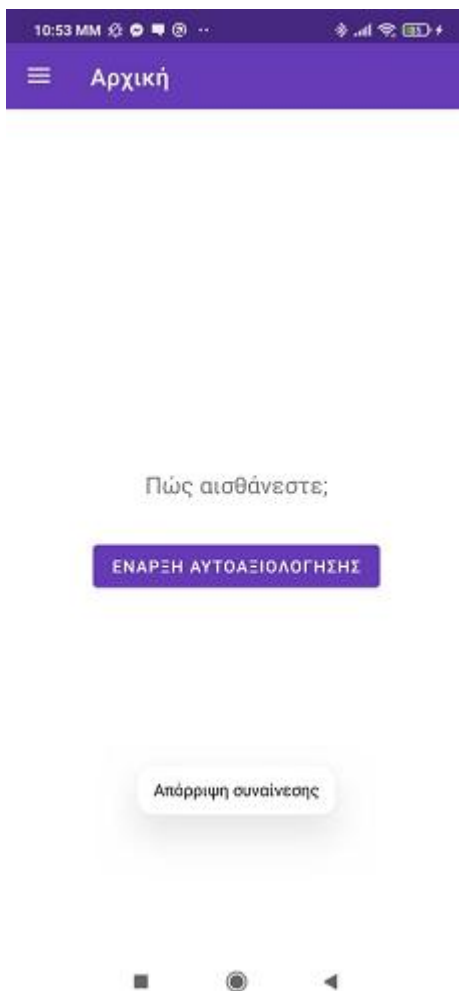
Και τέλος, όταν ο χρήστης κάνει κλικ στην επιλογή «Πληροφορίες της εφαρμογής» εμφανίζεται η παρακάτω επιφάνεια.



**Εικόνα 22-** Οι πληροφορίες της εφαρμογής.

## Κεφάλαιο 4

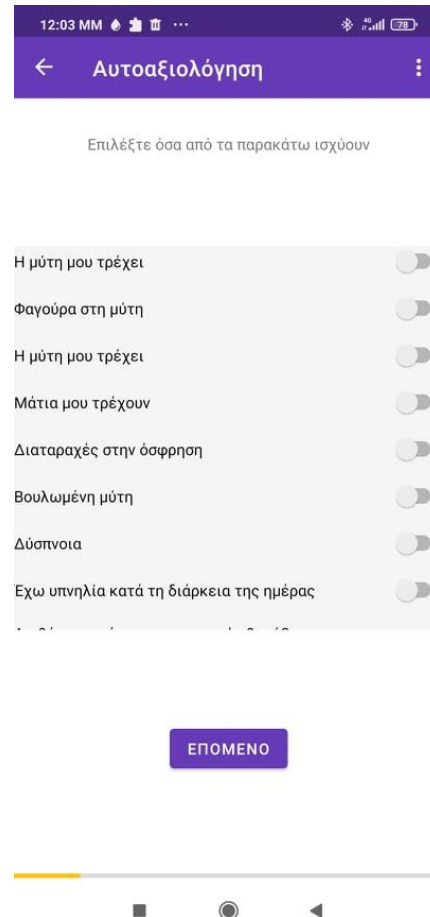
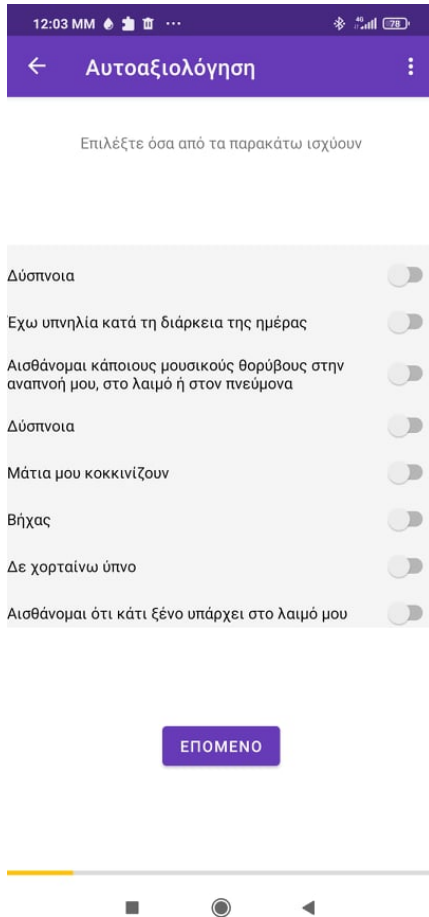
Μετά την είσοδο του, ο χρήστης συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο συχνής παρακολούθησης κάνοντας κλικ στο κουμπί “Έναρξη Αυτοαξιολόγησης” .



**Εικόνα 23-** Η σελίδα έναρξης του ερωτηματολογίου αυτοαξιολόγησης.

Ο χρήστης εάν το επιθυμεί μπορεί να κάνει κλικ για απόρριψη της συναίνεσης των όρων χρήσης της εφαρμογής.

Στην συνέχεια, εμφανίζονται στον χρήστη οι ερωτήσεις που αφορούν την παρουσία συμπτωμάτων της Αλλεργικής Ρινίτιδας, και την ένταση αυτών.



**Εικόνα 24,25** - Οι ερωτήσεις που αφορούν την παρουσία συμπτωμάτων της Αλλεργικής Ρινίτιδας, και την ένταση αυτών

## Κεφάλαιο 4



Στις επόμενες εικόνες ο χρήστης απαντάει στις ερωτήσεις με οπτική αξιολόγηση όσο αφορά την ένταση των συμπτωμάτων του συνολικά και από την μύτη.

Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας συνολικά;



ΕΠΟΜΕΝΟ



**Εικόνα 26-** Ερώτηση του χρήστη για την ένταση των συμπτωμάτων του συνολικά.



Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας από τη μύτη;



Μέτρια ενοχλητικά

ΕΠΟΜΕΝΟ



**Εικόνα 27-** Ερώτηση του χρήστη για τα συμπτώματα από την μύτη.



Τις αξιολογείτε την ποιότητα του ύπνου σας τη χθεσινή νύχτα;



Μέτρια ενοχλητικά

ΕΠΟΜΕΝΟ



Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας από τους οφθαλμούς;



Μέτρια ενοχλητικά

ΕΠΟΜΕΝΟ



**Εικόνα 29-** Ερώτηση του χρήστη για την ποιότητα του ύπνου του.

**Εικόνα 28-** Ερώτηση του χρήστη για τα συμπτώματα από τους οφθαλμούς.

## Κεφάλαιο 4



Σήμερα πόσο σας ενοχλούν τα συμπτώματά σας από το φάρυγγα;



Μέτρια ενοχλητικά

ΕΠΟΜΕΝΟ



**Εικόνα 30-** Ερώτηση του χρήστη για τα συμπτώματα από τον φάρυγγα.



Παρουσιάσατε υπνηλία κατά τη διάρκεια της ημέρας, σήμερα;



Μέτρια ενοχλητικά

ΕΠΟΜΕΝΟ



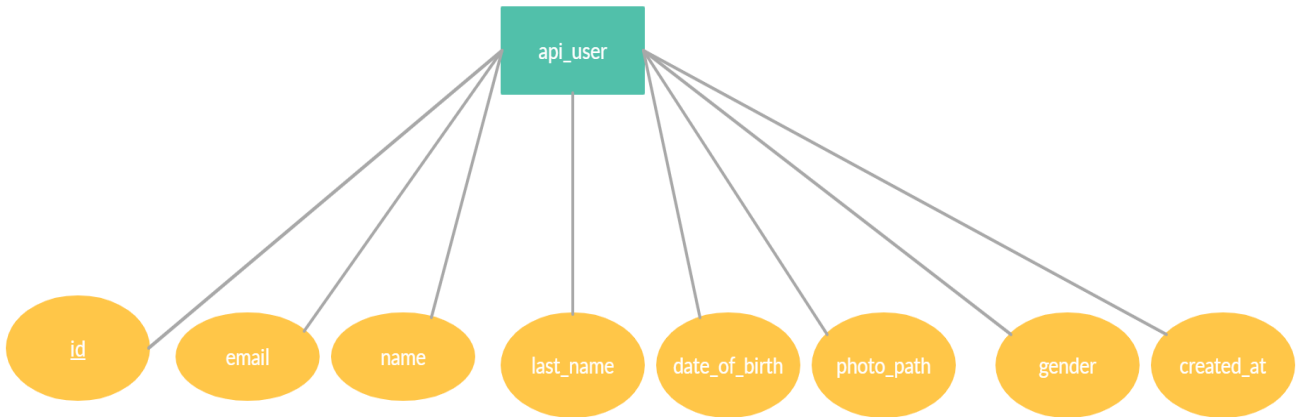
**Εικόνα 31-** Ερώτηση του χρήστη που αφορά το αίσθημα υπνηλίας μέσα στη μέρα του.

Ο χρήστης κάνοντας κλικ στο κουμπί εμφάνιση αποτελεσμάτων θα μπορεί να δει τις συστάσεις του συστήματος.

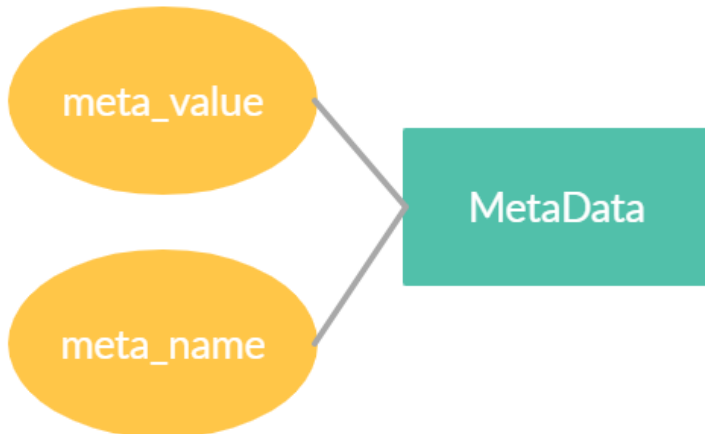


**Εικόνα 32-** Κουμπί Εμφάνισης των Αποτελεσμάτων

#### 4.4 Περιγραφή της βάσης



Για τη τοπική βάση, έχουμε κατασκευάσει ένα απλό αλλά ευέλικτο μοντέλο. Καθώς απ' τη στιγμή που έχουμε να αποθηκεύσουμε τα δεδομένα ενός μόνο χρήστη, μπορούμε να αποθηκεύσουμε με αυτόν τον τρόπο οποιαδήποτε πληροφορία θέλουμε για τον ίδιο.



Όσον αφορά τη βάση που βρίσκεται στον διακομιστή, δημιουργήθηκε με σκοπό να υπάρχει ένας πίνακας για τα ατομικά στοιχεία και ένας ο οποίος θα περιλαμβάνει κάθε απάντηση στο ερωτηματολόγιο

#### 4.5 Σχεδίαση του συστήματος συστάσεων

Ειδικά για την περίπτωση της ανάπτυξης του Health Recommendation System επιλέξαμε την εφαρμογή ενός υβριδικού αλγορίθμου (HyB). Για την δημιουργία των συστάσεων λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες:

- **Το προφίλ χρήστη.** Οι απαντήσεις του χρήστη στο ερωτηματολόγιο αποτελούν τα δεδομένα του χρήστη.
- **Η ομοιότητα μεταξύ των χρηστών.**

Βάση των παραπάνω, δημιουργείται αυτόματα μία βαθμολόγηση των δεδομένων του χρήστη της κλίμακας 1 έως 5. Κάθε βαθμός, αντιστοιχεί σε μία από τις παρακάτω προτάσεις:

1	Διακόψτε την αγωγή σας.
2	Ελαττώστε τη θεραπεία σας κατά ένα βήμα κάτω.
3	Διατηρείστε την αγωγή σας.
4	Αυξήστε τη θεραπεία σας κατά ένα βήμα πάνω.
5	Επικοινωνήστε με τον ιατρό σας.

Επιπρόσθετα, δημιουργήσαμε ένα σύστημα προτάσεων το οποίο δημιουργεί προτάσεις βασισμένο σε εξωτερικούς παράγοντες (ατμοσφαιρικοί ρύποι, θερμοκρασία, υγρασία). Αυτό το σύστημα προτάσεων έχει υλοποιηθεί με χρήση κατηγοριοποίησης Δένδρου Απόφασης (Decision Tree). Για το συγκεκριμένο σύστημα, χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα Ελεύθερου Λογισμικού (Open Source) Ait-things από την οποία εξάγουμε τα δεδομένα τα οποία αφορούν τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, τη θερμοκρασία και την υγρασία.

*Ο αλγόριθμος του συστήματος σύστασης*

Ο παρακάτω κώδικας σε python αποτελεί ένα σύστημα αξιολόγησης του ατμοσφαιρικού αέρα και δημιουργίας συστάσεων για την περιοχή της Θεσσαλονίκης με την χρήση Decision Tree .

```
P#!/usr/local/bin/python3
```

```
import cgitb
import pandas as pd
import numpy as np
import requests
import json
from pandas import json_normalize
#from functions import *
import os
import urllib.parse as urlparse
import http.client
import urllib.request
import urllib.error
#import base64

from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier # Import Decision Tree
Classifier
from sklearn.model_selection import train_test_split # Import
train_test_split function
from sklearn import metrics #Import scikit-learn metrics module for
accuracy calculation
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.metrics import classification_report

cgitb.enable()
#print("Content-Type: text/html\n")

...
sent_query = os.environ['QUERY_STRING']
query_list = sent_query.split('=')
query_dict = urlparse.parse_qs(os.environ['QUERY_STRING'])

input_name = str(query_dict['name'])[2:-2]
input_surname = str(query_dict['surname'])[2:-2]
#print(str(greeter(input_name, input_surname)))
...

#LHTEEAUTH2      Sindos
#LHTEEAUTH3      Panorama
#014869001765066 Ippokrateio
#014869001761289 Martiou
#014869001744731 Kountouriotou
```

```

# Function opening the html tag
def html_header_open():
    print("Content-Type: text/html\n\n")
    print("<html><body>")

# Function printing the json header
def json_header_open():
    print("Content-Type: application/json\n\r\n")

# Function after receiving POST request
#def do_POST(self):

    #form = cgi.FieldStorage()

    ...
# the raw POST data
sys.stdin.read()
POST={}
args=sys.stdin.read().split('&')

for arg in args:
    t=arg.split('=')
    if len(t)>1: k, v=arg.split('='); POST[k]=v

self._set_headers()
form = cgi.FieldStorage(
    fp=self.rfile,
    headers=self.headers,
    environ={'REQUEST_METHOD': 'POST'})
print form.getvalue("foo")
print form.getvalue("bin")
...

# Function getting json data from Air-Things station and convert them to
DataFrame
def get_air_data(station_id):
    headers = {
        # Request headers
        'Ocp-Apim-Subscription-Key': "b6ad8ea40b9e4ceeafae0307c186ad6d",
    }
    url = 'https://airthings.azure-api.net/api/Telemetry/' + station_id +
'/a/ivalues/lasthour'
    response = requests.get(url, headers=headers)
    data_station = response.json()
    df_station = pd.DataFrame.from_dict(data_station, orient='index')
    list_st = df_station.values[1][0]

```

```

for i in range(len(list_st)):
    df_station.values[1][i] = list_st[i]
df_station.columns = df_station.values[0]
df_station = df_station.iloc[1:,]
df_station = df_station.drop(columns='time')
df_station.values[0].to_csv('Pollution.csv', sep=';', encoding='utf-
8', mode='a', header=None)
print(df_station)
#nparraystring = np.array2string(df_station.values[0],4,';')
#add_to_csv(nparraystring)
return df_station

# Function importing Dataset
def get_from_csv():
    balance_data = pd.read_csv('Pollution.csv', ';', None, None)

    # Printing the dataset shape
    print ("Dataset Length: ", len(balance_data))
    print ("Dataset Shape: ", balance_data.shape)

    # Printing the dataset observations
    print ("Dataset: ",balance_data.head())
    return balance_data

# Function to split the dataset
def splitdataset(balance_data):

    # Separating the target variable
    X = balance_data.values[:, 1:5]
    Y = balance_data.values[:, 0]
    test_size = 0.2
    train_size = 0.8
    random_state = 0

    # Splitting the dataset into train and test
    X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    X, Y, test_size, train_size, random_state)

    return X, Y, X_train, X_test, y_train, y_test

# Function to perform training with giniIndex.
def train_using_gini(X_train, X_test, y_train):
    criterion = "gini"
    random_state = 0
    max_depth=3
    min_samples_leaf=5
    # Creating the classifier object
    clf_gini = DecisionTreeClassifier(criterion,
    random_state, max_depth, min_samples_leaf)

    # Performing training

```

```

    clf_gini.fit(X_train, y_train)
    return clf_gini

# Function to make predictions
def prediction(X_test, clf_object):

    # Predict on test with giniIndex
    y_pred = clf_object.predict(X_test)
    print("Predicted values:")
    print(y_pred)
    return y_pred

# Function to calculate accuracy
def cal_accuracy(y_test, y_pred):

    print("Confusion Matrix: ",
          confusion_matrix(y_test, y_pred))

    print ("Accuracy : ",
           accuracy_score(y_test,y_pred)*100)

    print("Report : ",
          classification_report(y_test, y_pred))

# Function appending new row of data to Dataset
def add_to_csv(new_row):
    with open('Pollution.csv','a') as fd:
        fd.write(new_row)

# Function closing the html
def html_header_close():
    print("</body></html>")

def main_run():
    html_header_open()

    df_s1 = get_air_data('LHTEEAUTH2') #Sindos
    df_s2 = get_air_data('LHTEEAUTH3') #Panorama

    # Building Phase
    data = get_from_csv()
    X, Y, X_train, X_test, y_train, y_test = splitdataset(data)
    clf_gini = train_using_gini(X_train, X_test, y_train)

    # Operational Phase
    print("Results Using Gini Index:")

```

## Κεφάλαιο 4

```
# Prediction using gini
y_pred_gini = prediction(X_test, clf_gini)
cal_accuracy(y_test, y_pred_gini)
```

```
html_header_close()
```

```
main_run()
```

## Κεφάλαιο 5ο : Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

Από την ενασχόληση μας με την ανάπτυξη ενός HRS, συμπεραίνουμε ότι η ανάπτυξη μιας e-health εφαρμογής είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για τους ασθενείς για την ρύθμιση των συμπτωμάτων τους. Συνιστάται ωστόσο η παρακολούθηση και από ιατρικό προσωπικό, καθώς η εφαρμογή δεν μπορεί να αντικαταστήσει την γνώμη ενός έμπειρου ιατρού.

Ως προτάσεις βελτίωσης προτείνουμε την εμφάνιση στατιστικών στοιχείων και του ιστορικού στον χρήστη. Πιστεύουμε ότι θα βοηθήσει τους χρήστες να δουν οπτικά την εξέλιξη των συμπτωμάτων τους και με την θετική εξέλιξη της νόσου, θα αυξηθεί η εμπιστοσύνη των χρηστών προς την εφαρμογή.

Επιπλέον, θα μπορούσε να υπάρχει μια επιπλέον ρύθμιση ειδοποιήσεων για την υπενθύμιση της θεραπείας στον ασθενή (πχ. για την υπενθύμιση της λήψης κάποιου φαρμάκου από το στόμα ή εισπνεόμενου). Αυτό, θα είχε ως αποτέλεσμα ιδανικά την πιστή τήρηση της θεραπείας από τον χρήστη, άρα και σε συνδυασμό με την εμφάνιση συστάσεων από την εφαρμογή η εξέλιξη της νόσου θα βρίσκεται υπό έλεγχο.

Τέλος, θα μπορούσε να προστεθεί η προσθήκη κι άλλων σταθμών μέτρησης αλλεργιογονικού φορτίου για την δημιουργία πιο στοχευμένων και αποτελεσματικών προτάσεων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Βουτσίδου, Σ. et al. “Εφαρμογές της ηλεκτρονικής υγείας (e-Health) στην πρωτοβάθμια ιατρική φροντίδα Πλεονεκτήματα και προσδοκίες.” 2018, March 19, Available: <http://mednet.gr/archives/2019-3/pdf/412.pdf>
- [2] «EHealth - Ηλεκτρονική Υγεία». Available: <https://www.moh.gov.gr/articles/ehealth/>
- [3] Περδικούρη, Μ, Γιώβας, Π, Παπαδογιάννης, Δ, & Συνεργάτες, Τηλεϊατρική στην Πράξη. Αθήνα, Ελλάδα: Εν Πλώ, 2015.
- [4] Marziniak, M. et al. , “The Use of Digital and Remote Communication Technologies as a Tool for Multiple Sclerosis Management: Narrative Review“, Scientific Figure on ResearchGate, 2018 Available: [https://www.researchgate.net/figure/Electronic-health-eHealth-technologies-and-health-care-HCP-health-care-professional\\_fig1\\_324735663](https://www.researchgate.net/figure/Electronic-health-eHealth-technologies-and-health-care-HCP-health-care-professional_fig1_324735663).
- [5] Κουμπούρος, Ι. “Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην υγεία”. Αθήνα, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2015. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/288>
- [6] European Commission, “Green Paper on mobile Health (‘mHealth’), 219 final, Brussels, 10 Apr. 2014.
- [7] Μήλιου Αμαλία Ν., Πομπόρτσης Ανδρέας Σ., ““E-Health.” Υπηρεσίες Προστιθέμενης Αξίας Στο Διαδίκτυο”, vol. 320, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα, 2018, pp. 237–263.
- [8] IQVIA Institute , “The Growing Value of Digital Health - Evidence and Impact on Human Health and the Healthcare System” , 2017, [online] Available: <https://www.iqvia.com/insights/the-iqvia-institute/reports/the-growing-value-of-digital-health>
- [9] ITU-D Study Group 2 , “Information and telecommunications / ICTs for e-health, Final Report”, 2017 Available: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.02.2-2017-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.02.2-2017-PDF-E.pdf)
- [10] Ν.Γ. Παπαδόπουλος, Κ. Πίτσιος, Μ.Β. Δήμου, et. al “ARIA 2019 - Σχέδια φροντίδας για την αλλεργική ρινίτιδα: Ελλάδα.”, 2019.
- [11] Yang, C.C., Hsinchun, C. & Kay, H. “Visualization of large category map for Internet browsing. Decision Support Systems”, 35, 89-102. , 2015.
- [12] Fayyaz Z., Ebrahimian M., et al. “Recommendation Systems: Algorithms, Challenges, Metrics, and Business Opportunities.” Applied Sciences., 2020. Available: <https://doi.org/10.3390/app10217748>
- [13] Σταλίδης, Γ., Καρδαράς, Δ., 2015. Διαχείριση δεδομένων και επιχειρηματική ευφυΐα. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο: <http://hdl.handle.net/11419/1161>, 2015.
- [14] Statista Research Department. “ Potential global healthcare cost reductions from mHealth in the next five years “. Statista Research Department, Oct 7, 2016.

- [15] Kaur, A., Kaur, K., “ Suitability of Existing Software Development Life Cycle (SDLC) in Context of Mobile Application Development Life Cycle (MADLC) “ , 2015, International Journal of Computer Applications, 116. 1-6. 10.5120/20441-2785. Available: [https://www.researchgate.net/publication/276129115\\_Suitability\\_of\\_Existing\\_Software\\_Development\\_Life\\_Cycle\\_SDLC\\_in\\_Context\\_of\\_Mobile\\_Application\\_Development\\_Life\\_Cycle\\_MADLC](https://www.researchgate.net/publication/276129115_Suitability_of_Existing_Software_Development_Life_Cycle_SDLC_in_Context_of_Mobile_Application_Development_Life_Cycle_MADLC)
- [16] Δ. Αντωνόπουλος, “Ανάπτυξη & Σχεδίαση Λογισμικού “ Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2009. Διαθέσιμο : <https://courses.e-ce.uth.gr/CE420/Fall09/lectures/3-Models.pdf>
- [17] Belkin, N. J., & Croft, W. B. ” Information filtering and information retrieval.” Communications of the ACM, 35(12), 29–38., 1992. Available: <https://doi.org/10.1145/138859.138861>
- [18] Παπαδόπουλος Α. Ν., Μανωλόπουλος Ι., Τσίγλας Κ. , 2015. Ανάκτηση Πληροφορίας, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο: [http://repfiles.kallipos.gr/html\\_books/246/front\\_matter.html](http://repfiles.kallipos.gr/html_books/246/front_matter.html)
- [19] G. Adomavicius and A. Tuzhilin, "Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions," in IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 17, no. 6, pp. 734-749, June 2005, doi: 10.1109/TKDE.2005.99.
- [20] F.O. Isinkaye, Y.O. Folajimi, B.A. Ojokoh, “Recommendation systems: Principles, methods and evaluation”, Egyptian Informatics Journal, Volume 16, Issue 3, Pages 261-273, ISSN 1110-8665, 2015, Available: <https://doi.org/10.1016/j.eij.2015.06.005>, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110866515000341>).
- [21] Felfernig, A., Jeran M. et al. “Basic Approaches in Recommendation Systems”, 2014, 10.1007/978-3-642-45135-5\_\_2. Available: [https://www.researchgate.net/publication/256458336\\_Basic\\_Approaches\\_in\\_Recommendation\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/256458336_Basic_Approaches_in_Recommendation_Systems)
- [22] Burke, Robin. “Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. User Modeling and User-Adapted Interaction”. 2002, 12. 10.1023/A:1021240730564. Available: [https://www.researchgate.net/publication/263377228\\_Hybrid\\_Recommender\\_Systems\\_Survey\\_and\\_Experiments](https://www.researchgate.net/publication/263377228_Hybrid_Recommender_Systems_Survey_and_Experiments)
- [23] Çano, Erion. “Hybrid Recommender Systems: A Systematic Literature Review. Intelligent Data Analysis”, 2017, 21. 1487-1524. 10.3233/IDA-163209., Available: [https://www.researchgate.net/publication/321281871\\_Hybrid\\_Recommender\\_Systems\\_A\\_Systematic\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/321281871_Hybrid_Recommender_Systems_A_Systematic_Literature_Review)
- [24] Jannach, D., Zanker, M., et al. “Hybrid recommendation approaches In Recommender Systems: An Introduction”, Cambridge: Cambridge University Press, (pp. 124-142), 2010 doi:10.1017/CBO9780511763113.007
- [25] Cong Wang, et al. “Toward Privacy - Preserving Personalized Recommendation Services”, Engineering, Volume 4, Issue 1, Pages 21-28, ISSN 2095-8099, 2018, Available: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2018.02.005>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809917303855>)

- [26] Calero Valdez, André & Ziefle, Martina & Verbert, Katrien & Felfernig, Alexander & Holzinger, Andreas. “Recommender Systems for Health Informatics: State-of-the-Art and Future Perspectives.”, 2016. Lecture Notes in Computer Science. 9605. 10.1007/978-3-319-50478-0\_20.
- [27] Wendel, S., Dellaert, B.G., Ronteltap, A. et al. “Consumers’ intention to use health recommendation systems to receive personalized nutrition advice”., 2013, BMC Health Serv Res 13, 126, Available: <https://doi.org/10.1186/1472-6963-13-126>
- [28] Q. Han, M. Ji, I. Martinez de Rituerto de Troya, M. Gaur and L. Zejnilovic, "A Hybrid Recommender System for Patient-Doctor Matchmaking in Primary Care," 2018 IEEE 5th International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA), 2018, pp. 481-490, doi: 10.1109/DSAA.2018.00062.
- [29] Hors-Fraile, S., Schneider, F., Fernandez-Luque, L. et al. “Tailoring motivational health messages for smoking cessation using an mHealth recommender system integrated with an electronic health record: a study protocol.”, 2018, BMC Public Health 18, 698 ., Available: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5612-5>
- [30] Pecune, Florian & Callebert, Lucile & Marsella, Stacy. “ A Recommender System for Healthy and Personalized Recipe Recommendations.” , 2020 , Available: [https://www.researchgate.net/publication/346564866\\_A\\_Recommender\\_System\\_for\\_Healthy\\_and\\_Personalized\\_Recipe\\_Recommendations](https://www.researchgate.net/publication/346564866_A_Recommender_System_for_Healthy_and_Personalized_Recipe_Recommendations)
- [31] Pandey, V., Upadhyay, D. D., Nag, N. & Jain, R. C. “Personalized User Modelling for Context-Aware Lifestyle Recommendations to Improve Sleep.”, 2020, In A. Said, H. Schäfer, H. Torkamaan & C. Trattner (eds.), HealthRecSys@RecSys (p./pp. 8-14), : CEUR-WS.org.
- [32] Xie, Jinyu & Wang, Qian. “A Personalized Diet and Exercise Recommender System in Minimizing Clinical Risk for Type 1 Diabetes: An In Silico Study.”, 2017, V001T08A003. 10.1115/DSCC2017-5136.
- [33] Rana, Soumya & Dey, Maitreyee & Prieto, Javier & Dudley, Sandra. “Content-Based Health Recommender Systems.”, 2020, 10.1002/9781119711582.ch11.
- [34] Yue, W., Wang, Z., Zhang, J., & Liu, X. “An Overview of Recommendation Techniques and Their Applications in Healthcare.”, 2021, IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 8, 701-717., Available

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΩΔΙΚΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### Build.gradle (Module)

```
plugins {
    id 'com.android.application'
    id 'kotlin-android'
    id 'kotlin-kapt'
    id 'com.google.gms.google-services'
}

android {
    compileSdkVersion 30
    buildToolsVersion "30.0.3"

    defaultConfig {
        applicationId "com.example.breathless030"
        minSdkVersion 23
        targetSdkVersion 30
        versionCode 1
        versionName "1.0"

        testInstrumentationRunner "androidx.test.runner.AndroidJUnitRunner"
        multiDexEnabled true
    }

    buildTypes {
        release {
            minifyEnabled false
            proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android-optimize.txt'), 'proguard-rules.pro'
        }
    }
    compileOptions {
        sourceCompatibility JavaVersion.VERSION_1_8
        targetCompatibility JavaVersion.VERSION_1_8
    }
    packagingOptions {
        exclude 'META-INF/atomicfu.kotlin_module'
    }
    kotlinOptions {
        jvmTarget = '1.8'
    }
}

dependencies {
```

```

//noinspection DifferentStdlibGradleVersion
implementation "org.jetbrains.kotlin:kotlin-stdlib:1.5.21"
implementation 'androidx.core:core-ktx:1.6.0'
implementation 'androidx.appcompat:appcompat:1.3.1'
implementation 'com.google.android.material:material:1.4.0'
implementation 'androidx.constraintlayout:constraintlayout:2.1.0'
implementation 'androidx.navigation:navigation-fragment:2.3.5'
implementation 'androidx.navigation:navigation-ui:2.3.5'
implementation 'androidx.lifecycle:lifecycle-livedata-ktx:2.3.1'
implementation 'androidx.lifecycle:lifecycle-viewmodel-ktx:2.3.1'
implementation "androidx.lifecycle:lifecycle-common-java8:2.3.1"
implementation 'androidx.navigation:navigation-fragment-ktx:2.3.5'
implementation 'androidx.navigation:navigation-ui-ktx:2.3.5'
implementation 'androidx.legacy:legacy-support-v4:1.0.0'
implementation 'androidx.preference:preference:1.1.1'
implementation 'androidx.annotation:annotation:1.2.0'
implementation 'com.google.android.gms:play-services-auth:19.2.0'
implementation 'com.google.firebase:firebase-auth:21.0.1'
testImplementation 'junit:junit:4.13.2'
androidTestImplementation 'androidx.test.ext:junit:1.1.3'
androidTestImplementation 'androidx.test.espresso:espresso-core:3.4.0'

```

*//EDITED from this point*

```
def room_version = "2.3.0"
```

```
implementation "androidx.room:room-runtime:$room_version"
annotationProcessor "androidx.room:room-compiler:$room_version"
```

*// optional - Kotlin Extensions and Coroutines support for Room*

```
implementation("androidx.room:room-ktx:$room_version")
```

*// To use Kotlin annotation processing tool (kapt)*

```
kapt("androidx.room:room-compiler:$room_version")
```

*// optional - Test helpers*

```
androidTestImplementation "androidx.room:room-testing:$room_version"
```

```
def activity_version = "1.3.1"
```

```
implementation "androidx.activity:activity-ktx:$activity_version"
```

```
def fragment_version = "1.3.6"
```

```
implementation "androidx.fragment:fragment-ktx:$fragment_version"
```

*// Testing Fragments in Isolation*

```
debugImplementation "androidx.fragment:fragment-testing:$fragment_version"
```

*//multidex*

```
implementation 'com.android.support:multidex:1.0.3'
```

```

// Import the BoM for the Firebase platform
implementation platform('com.google.firebase:firebase-bom:28.4.0')

// Declare the dependency for the Firebase Authentication library
// When using the BoM, you don't specify versions in Firebase library dependencies
implementation 'com.google.firebase:firebase-auth-ktx:21.0.1'

implementation 'org.jetbrains.kotlin:kotlinx-coroutines-core:1.4.1'
implementation 'org.jetbrains.kotlin:kotlinx-coroutines-android:1.4.1'

//REST calls
implementation 'com.squareup.okhttp3:okhttp:4.9.1'

// TILL here
}

```

## Android Manifest

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    package="com.example.breathless030">

    <uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_logo"
        android:label="@string/app_name"
        android:roundIcon="@mipmap/ic_logo_round"
        android:supportsRtl="true"
        android:theme="@style/Theme.Breathless030">
        <activity
            android:name=".ui.login.LoginActivity"
            android:label="@string/app_name"
            android:screenOrientation="portrait"
            android:theme="@style/Theme.Breathless030.NoActionBar">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

```

```

        <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
    </intent-filter>
</activity>
<activity
    android:name=".ui.home.HomeActivity"
    android:label="@string/app_name"
    android:screenOrientation="portrait"
    android:theme="@style/Theme.Breathless030.NoActionBar"></activity>
</application>

</manifest>

```

## UserDB (Database)

```
package com.example.breathless030.data
```

```
import android.content.Context
```

```
import androidx.room.*
```

```
@Database(entities = [MetaData::class], version = 1, exportSchema = false)
```

```
public abstract class UserDB : RoomDatabase() {
```

```
    abstract fun userDao(): UserDao
```

```
    companion object {
```

```
        // Singleton prevents multiple instances of database opening at the same time.
```

```
        @Volatile
```

```
        private var INSTANCE: UserDB? = null
```

```
    fun getDatabase(context: Context): UserDB {
```

```
        // if the INSTANCE is not null, then return it,
```

```
        // if it is, then create the database
```

```
        return INSTANCE ?. synchronized(this) {
```

```
            val instance = Room.databaseBuilder(
```

```
                context.applicationContext,
```

```
                UserDB::class.java,
```

```
                "user_database"
```

```
            ).build()
```

```
            INSTANCE = instance
```

```
            // return instance
```

```
            instance
```

```
        }
```

```
    }
```

```
}
```

```
}
```

## MetaData (Entity)

```
package com.example.breathless030.data
```

```
import androidx.room.*
```

```
@Entity(tableName = "metadata")  
data class MetaData(  
    @PrimaryKey val meta_name: String,  
    val meta_value: String  
)
```

## UserDAO (Data Access Object)

```
package com.example.breathless030.data
```

```
import androidx.lifecycle.LiveData
```

```
import androidx.room.*
```

```
import kotlinx.coroutines.flow.Flow
```

```
@Dao
```

```
interface UserDao {
```

```
    @Query("SELECT * FROM metadata")
```

```
    fun getAllMeta(): Flow<Map<String, MetaData>>
```

```
    @Query("SELECT meta_value FROM metadata WHERE meta_name LIKE :meta_name LIMIT 1")
```

```
    suspend fun getMetaValue(meta_name: String): String
```

```
    @Insert(onConflict = OnConflictStrategy.REPLACE)
```

```
    suspend fun addMeta(meta: MetaData)
```

```
    @Delete
```

```
    suspend fun deleteMeta(meta: MetaData)
```

```
    @Query("DELETE FROM metadata")
```

```
    suspend fun deleteAllMeta()
```

```
}
```

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Για τη χρήση της εφαρμογής απαιτείται το κατέβασμα και άνοιγμα της εφαρμογής μέσω κάποιας κινητής συσκευής χρησιμοποιώντας το πακέτο που συνοδεύει αυτή την διπλωματική εργασία.