



ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ



ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ - Athens MBA

Μεταπτυχιακή εργασία :

Ηλεκτρονικό εμπόριο και τεχνητή νοημοσύνη στον τομέα της υγείας

Ονοματεπώνυμο συγγραφέα :

Αλέξανδρος Ι. Παρηγόρης

Ονοματεπώνυμο επιβλέποντος καθηγητή :

Δημήτριος Κ. Καρδαράς

Αθήνα, 2018 – 2019

Υπεύθυνη δήλωση

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία για τη λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων, έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο».

Αθήνα, 31 Ιανουαρίου 2019



Παρηγόρης Αλέξανδρος

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

1.1. Εισαγωγή	σελίδα 5
1.2. Πρόβλημα	σελίδα 7
1.3. Σκοπός	σελίδα 8
1.4. Μέθοδος	σελίδα 9
1.5. Απαιτούμενα δεδομένα	σελίδα 11
1.6. Επιθυμητό αποτέλεσμα	σελίδα 12

Κεφάλαιο 2

2.1. Εισαγωγή στα συστήματα προτάσεων	σελίδα 13
2.2. Ο ρόλος - λειτουργίες των συστημάτων προτάσεων	σελίδα 14
2.3. Δεδομένα και πηγές	σελίδα 18
2.4. Τεχνικές	σελίδα 22
2.5. Κατηγορίες τεχνικών	σελίδα 23
2.6. Εφαρμογές και αξιολόγηση	σελίδα 25
2.7. Προκλήσεις	σελίδα 28
2.8. Εισαγωγή στα συστήματα προτάσεων του τομέα υγείας	σελίδα 32
2.9. Ανάλυση των συστημάτων προτάσεων στον τομέα της υγείας	σελίδα 37
2.10. Δημιουργία προφίλ χρηστών (User profiling)	σελίδα 37
2.11. Η μέθοδος Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis	σελίδα 39
2.12. Τα ασαφή σύνολα (Fuzzy Sets)	σελίδα 41
2.13. Τα βήματα της μεθόδου FsQCA	σελίδα 42

Κεφάλαιο 3

- | | |
|--|-----------|
| 3.1. Εισαγωγή στην ανάλυση των δεδομένων | σελίδα 44 |
| 3.2. Ανάλυση δεδομένων | σελίδα 46 |

Κεφάλαιο 4

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 4.1. Συμπεράσματα | σελίδα 68 |
| 4.2. Βιβλιογραφία – Αναφορές | σελίδα 72 |

Κεφάλαιο 1

1.1. Εισαγωγή

Η άνθηση του ηλεκτρονικού εμπορίου σε προϊόντα και υπηρεσίες, οδήγησε στη δημιουργία **συστημάτων αξιολόγησης**. Οι αξιολογήσεις γίνονται ηλεκτρονικά από τους χρήστες και αφορούν είτε τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που παρέχονται, είτε τους επαγγελματίες ή τα καταστήματα που τα παρέχουν.

Αρχικά, το σύστημα των ηλεκτρονικών αξιολογήσεων λειτουργούσε καθαρά προς όφελος του καταναλωτή. Πιο συγκεκριμένα, ο καταναλωτής θα μπορούσε να επιλέξει ή να απορρίψει ένα προϊόν, ένα κατάστημα ή μια υπηρεσία, βάσει της αξιολόγησης που έχουν αφήσει οι προγενέστεροι χρήστες. Συνεπώς η εμπειρία των καταναλωτών που έχουν ήδη αγοράσει ένα προϊόν ή μια υπηρεσία, γίνεται ευρέως αλλά και δωρεάν διαθέσιμη.

Εκτός από τα οφέλη που μπορούν να προσφέρουν στους καταναλωτές, τα συστήματα ηλεκτρονικής αξιολόγησης λειτουργούν και σαν μοχλοί πίεσης προς τους επαγγελματίες. Πιο συγκεκριμένα, αρνητικά σχόλια προς τους επαγγελματίες μπορούν να ενεργοποιήσουν διαδικασίες βελτίωσης, ενώ αξιολογήσεις θετικού περιεχομένου επιβραβεύουν τις προσπάθειες και δίνουν κίνητρο για περαιτέρω βελτιώσεις.

Συνεπώς, μπορεί να θεωρηθεί ότι και στις δύο περιπτώσεις, τα συστήματα ηλεκτρονικών αξιολογήσεων μπορούν να λειτουργήσουν προς όφελος του καταναλωτή αλλά και του επαγγελματία, ενισχύοντας τον υγιή ανταγωνισμό και την συνεχή βελτίωση, στη λογική του **Win – Win Management** (κέρδος για τις δύο πλευρές).

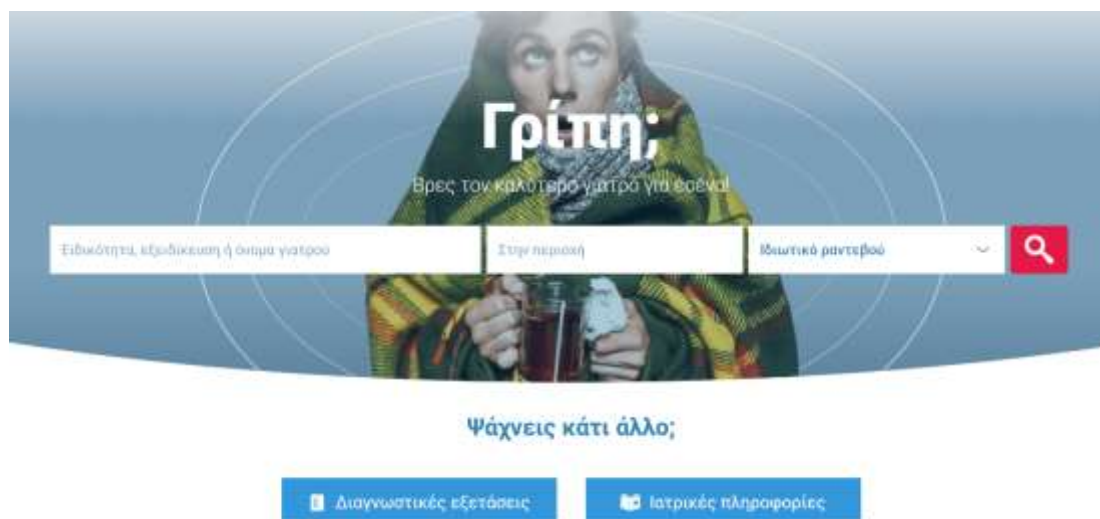
Οι πληροφορίες που καταχωρούνται στα συστήματα αξιολόγησης, εφόσον αναλυθούν με τα κατάλληλα εργαλεία, μπορούν να τροφοδοτήσουν εφαρμογές που αποσκοπούν στην ανάπτυξη στοχευμένης εμπορικής ή άλλης δραστηριότητας, μέσω αυτοματοποιημένων προτάσεων οι οποίες προβάλλονται στους ενδιαφερόμενους χρήστες - καταναλωτές. Τέτοια συστήματα ονομάζονται **Recommender Systems (RSs)**

και έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται με διάφορους τρόπους, σε ευρύ πεδίο εφαρμογών τα τελευταία χρόνια.

Στη συγκεκριμένη ερευνητική μελέτη θα εφαρμοσθεί συγκεκριμένο μοντέλο ανάλυσης και επεξεργασίας των ηλεκτρονικών αξιολογήσεων σε πραγματική ιστοσελίδα – πλατφόρμα, σχετική με τον **τομέα υγείας**. Πιο συγκεκριμένα, η εν λόγω ιστοσελίδα αποτελεί μια ηλεκτρονική πλατφόρμα εύρεσης του καταλληλότερου ιατρού για τον κάθε ενδιαφερόμενο χρήστη – ασθενή, βάσει ειδικότητας αλλά και άλλων χαρακτηριστικών που μπορεί να αναζητά ο χρήστης.

Μέσω της πλατφόρμας, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον ιατρό που επιθυμεί και να κλείσει ηλεκτρονικά το ραντεβού του. Μετά το πέρας κάθε ραντεβού, ο χρήστης εφόσον το επιθυμεί μπορεί να καταχωρίσει την αξιολόγησή του για τον ιατρό, σε μορφή βαθμολογίας αλλά και ελεύθερου κειμένου, όπου μπορεί να αναπτύξει λεπτομερώς τα σχόλιά του.

Σχήμα 1 : απεικόνιση τμήματος της πλατφόρμας



Με χρήση ειδικού λογισμικού **text mining** θα αναλυθούν τα δεδομένα των αξιολογήσεων και τα αποτελέσματα που θα προκύψουν θα τροφοδοτήσουν ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο θα δημιουργήσει τα **ποιοτικά προφίλ** των ασθενών και των ιατρών. Έχοντας τα ποιοτικά προφίλ διαθέσιμα, είναι εφικτό για ένα **Recommender System (RS)** να κάνει άμεσες και εστιασμένες προτάσεις συγκεκριμένων

ιατρών σε συγκεκριμένους ασθενείς, βάσει των χαρακτηριστικών που έχουν αποτυπωθεί στα προφίλ τους, δηλαδή βάσει των ιδιαιτεροτήτων που αναζητά ή θεωρεί σημαντικές ένας ασθενής και ικανοποιεί αντίστοιχα ένας ιατρός. Από επιχειρηματική όψη, επιτυγχάνεται αύξηση κέρδους, ενώ από ανθρωπιστική όψη επιτυγχάνεται βελτίωση της υγείας του πληθυσμού.

Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί εφαρμογή **τεχνητής νοημοσύνης** (AI : Artificial Intelligence). Μέσω εκτενούς **ανάλυσης δεδομένων** (DA : Data Analytics) και εφαρμογής σχετικών τεχνικών, αναπαράγεται ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο μιμείται την ανθρώπινη συμπεριφορά, επιδεικνύοντας στοιχεία μάθησης, προσαρμοστικότητας, διεξαγωγής συμπερασμάτων και **λήψης αποφάσεων** (DSS : Decision Support Systems).

1.2. Πρόβλημα

Γενικά, το πρόβλημα που καλείται να λύσει η παρούσα ερευνητική μελέτη, είναι η **αξιοποίηση** του τεράστιου όγκου πληροφοριών, οι οποίες αφορούν ηλεκτρονικές αξιολογήσεις που καταχωρούνται καθημερινά στις ιστοσελίδες, προς όφελος των καταναλωτών και επαγγελματιών. Το όφελος θα είναι η όσο το δυνατόν ακριβέστερη και αυτοματοποιημένη πρόταση από το υπολογιστικό σύστημα, ενός προϊόντος (ή μιας υπηρεσίας) στον καταναλωτή που το αναζητά. Κατ' επέκταση, στην περίπτωση του επαγγελματία αλλά και του καταναλωτή, τα οφέλη είναι πολύπλευρα, δηλαδή οικονομικά, ποιοτικά, διαχειριστικά, χρονικά και εξυπηρέτησης.

Ο τεράστιος όγκος δεδομένων, συσχετιζόμενος με την επίσης τεράστια προσφορά – ζήτηση και την ανεξάντλητη ποικιλία χαρακτηριστικών των δύο πλευρών, καθιστούν την εύρεση του βέλτιστου συνδυασμού αρκετά περίπλοκο πρόβλημα. Στην συγκεκριμένη μελέτη, **ο βέλτιστος συνδυασμός αφορά τον κατάλληλο ιατρό για τον ενδιαφερόμενο χρήστη – ασθενή.**

Οι πληροφορίες που εμπεριέχουν οι αξιολογήσεις, παρόλο που αποτελούν εξαιρετικό μέσο για την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου, είναι στην πλειοψηφία τους «αχαρτογράφητες», εφόσον αποτελούν απλές εγγραφές και δεν αξιοποιούνται σε βάθος από τα ηλεκτρονικά υπολογιστικά συστήματα ώστε να δημιουργήσουν αποτέλεσμα.

1.3. Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας ερευνητικής μελέτης είναι η δημιουργία των **ποιοτικών προφίλ** των ασθενών και των ιατρών, με απώτερο στόχο την ακριβέστερη γεφύρωση των δύο πλευρών, βάσει των χαρακτηριστικών, των αναγκών και των επιθυμιών τους.

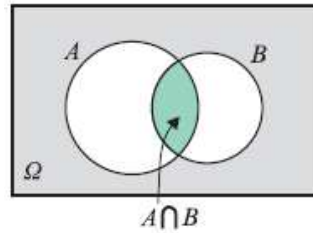
Με τον όρο ποιοτικό προφίλ ενός ατόμου, εκφράζεται το σύνολο των ποιοτικών χαρακτηριστικών ή στοιχείων που χαρακτηρίζουν το εξεταζόμενο άτομο και το κατατάσσουν σε συγκεκριμένες ομάδες (ομαδοποίηση).

Ενδεικτικά, ως ποιοτικά χαρακτηριστικά μπορούν να θεωρηθούν τα παρακάτω :

- Εκπαίδευση
- Κουλτούρα
- Κοινωνικό επίπεδο
- Μορφωτικό επίπεδο
- Απαιτήσεις – επιθυμίες

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο σύνολα. Στην συγκεκριμένη διατριβή, το σύνολο Α εκφράζει τους ιατρούς που παρέχουν κάποιες υπηρεσίες και έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, ενώ το σύνολο Β εκφράζει τους ασθενείς που αναζητούν τις συγκεκριμένες υπηρεσίες - χαρακτηριστικά.

Σχήμα 2 : απεικόνιση τομής συνόλων



Συνεπώς, όπως απεικονίζεται στο παραπάνω σχήμα, το πεδίο ενδιαφέροντος είναι η τομή $A \cap B$ των δύο συνόλων και πιο συγκεκριμένα, ο τρόπος με τον οποίον ένα ηλεκτρονικό σύστημα θα υπολογίζει και θα διαθέτει προς αξιοποίηση τις κοινές περιοχές των δύο συνόλων. Η γεφύρωση των δύο πλευρών μπορεί να επέλθει έπειτα από εστιασμένες προβολές – προτάσεις τις οποίες θα κάνει το ηλεκτρονικό σύστημα (recommender system) βασιζόμενο στα ποιοτικά προφίλ των χρηστών.

Το μέσο που θα χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί το προφίλ του κάθε χρήστη είναι οι αξιολογήσεις και τα σχόλια που παραθέτουν οι ασθενείς, κάθε φορά που ολοκληρώνουν μια συνεδρία στον εκάστοτε ιατρό. Οι αξιολογήσεις περιλαμβάνουν κλασσικές βαθμολογίες σε κλίμακα από 0 έως και 10, αλλά και ελεύθερα κείμενα όπου μπορούν καταγράψουν λεπτομερώς τα σχόλια και τις επισημάνσεις τους. Τα ποιοτικά προφίλ των δύο πλευρών είναι δυναμικά, δηλαδή μεταβάλλονται και βελτιώνονται με τον χρόνο, όσο οι χρήστες του συστήματος αξιολογούν τον κάθε ιατρό που επισκέπτονται.

1.4. Μέθοδος

Για την δημιουργία των ποιοτικών προφίλ θα ακολουθηθεί μια συγκεκριμένη σειρά βημάτων. Τα δεδομένα που θα παραχωρηθούν απο την ιστοσελίδα, θα αναλυθούν σε βάθος με το λογισμικό **KNIME Analytics Platform**. Το συγκεκριμένο λογισμικό είναι open source και εξειδικεύεται μεταξύ άλλων στην ποιοτική ανάλυση δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, το KNIME θα επεξεργαστεί τις αξιολογήσεις των χρηστών (ελεύθερα κείμενα και βαθμολογίες) με τις ρουτίνες **Text Mining – Text Analysis** που διαθέτει. Το

αποτελέσμα της συγκεκριμένης ανάλυσης θα είναι η δημιουργία των δύο παρακάτω δεικτών :

- **TF** (Term Frequency)
- **IDF** (Inverse Document Frequency)

Οι δείκτες **TF – IDF** είναι αριθμοί που προορίζονται για να αντικατοπτρίσουν τη σημασία μιας λέξης σε ένα κείμενο. Οι τιμές του δείκτη **TF** απεικονίζουν τον αριθμό των φορών που εμφανίζεται ένας όρος σε ένα κείμενο. Οι τιμές του δείκτη **IDF** είναι ένα μέτρο της ποσότητας πληροφοριών που παρέχει η λέξη, δηλαδή εάν είναι συνηθισμένη ή σπάνια στο κείμενο.

Οι παραπάνω δείκτες θα χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα στην μαθηματική μεθοδολογία **FsQCA** (Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis) η οποία με τη σειρά της θα αποδώσει τα ποιοτικά προφίλ των χρηστών, με τα οποία θα είναι σε θέση να κάνει στοχευμένες συστάσεις στους χρήστες η ιστοσελίδα.

Η μεθοδολογία **FsQCA** είναι μια αναλυτική τεχνική που χρησιμοποιεί την αλγεβρα συνόλων (Boolean Algebra) για την εφαρμογή αρχών σύγκρισης που χρησιμοποιούνται από τους μελετητές που ασχολούνται με την **ποιοτική μελέτη περιπτώσεων**. Συνήθως, οι μελετητές με ποιοτικό προσανατολισμό εξετάζουν μόνο μερικές περιπτώσεις κάθε φορά, αλλά οι αναλύσεις τους είναι τόσο εντατικές λόγω του ότι εξετάζουν πολλές πτυχές των περιπτώσεων.

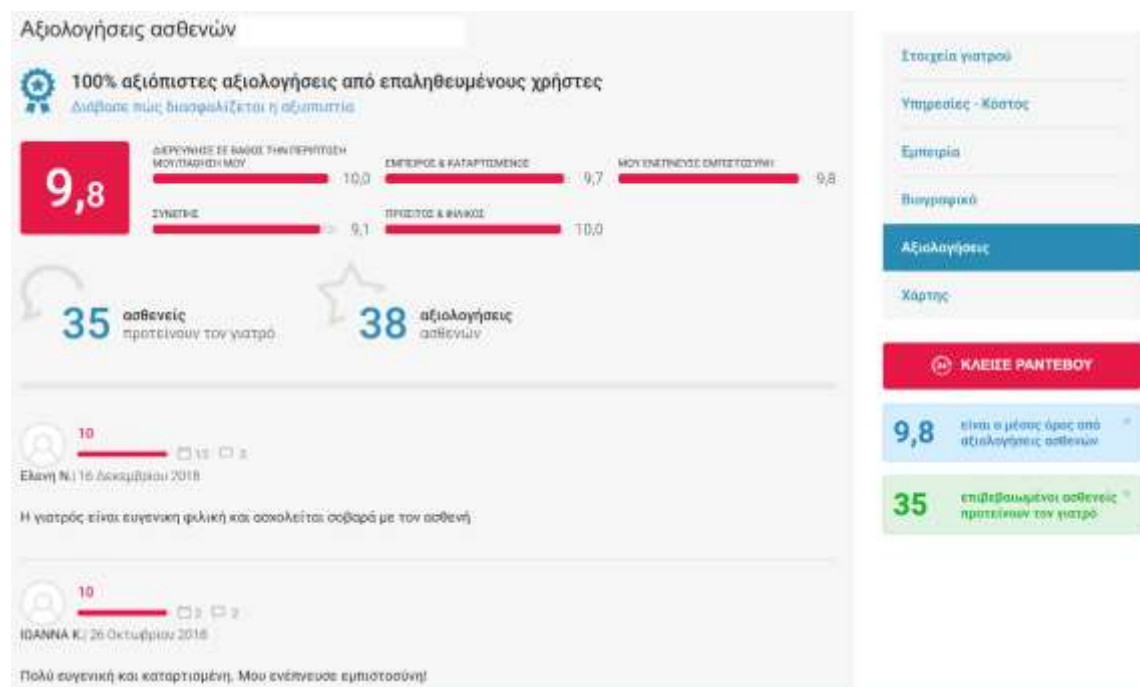
Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τα **ασαφή σύνολα** (Fuzzy Sets). Από πολλές απόψεις, τα ασαφή σύνολα είναι ταυτόχρονα ποιοτικά και ποσοτικά, διότι ενσωματώνουν και τα δύο είδη διακρίσεων στη βαθμονόμηση του βαθμού συμμετοχής. Έτσι, τα ασαφή σύνολα έχουν πολλές από τις αρετές των συμβατικών μεταβλητών κλίμακας διαστήματος, ιδιαίτερα της ικανότητάς τους να κάνουν λεπτούς διαχωρισμούς, αλλά ταυτόχρονα να επιτρέπουν και ποιοτικές συγκρίσεις. Τέτοιες λειτουργίες είναι εκτός του πλαισίου της συμβατικής μεταβλητής προσανατολισμένης ανάλυσης.

1.5. Απαιτούμενα δεδομένα

Για να τρέξει το KNIME τις ρουτίνες Text Mining – Text Analysis απαιτούνται οι αξιολογήσεις των χρηστών σε ηλεκτρονική μορφή. Όπως έχει προαναφερθεί, οι αξιολογήσεις θα είναι βαθμολογίες (αριθμητική κλίμακα) καθώς και ελεύθερα κείμενα.

Οι χρήστες, μετά την ολοκλήρωση του ραντεβού τους, βαθμολογούν τον ιατρό σε πέντε βασικά χαρακτηριστικά όπως αυτά παρέχονται από την ιστοσελίδα. Η κλίμακα είναι αριθμητική, από 1 έως και 10. Στη συνέχεια, μπορούν να γράψουν σε ελεύθερο κείμενο τα σχόλιά τους και τις επισημάνσεις τους, καθώς και να προτείνουν τον ιατρό. Σε αρνητικές ιδίως αξιολογήσεις, ο ιατρός, αφού ενημερωθεί από την πλατφόρμα, έχει το δικαίωμα απάντησης στον χρήστη και την δυνατότητα να τον αξιολογήσει και ο ίδιος, αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία του συστήματος αξιολόγησης.

Σχήμα 3 : απεικόνιση τμήματος αξιολογήσεων της πλατφόρμας



Για να είναι εφικτή και αξιόπιστη η ανάλυση, πέραν των στοιχείων αξιολόγησης όπως αυτά αναλύθηκαν παραπάνω, απαιτούνται μερικά ακόμη δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα τα οποία θα παρέχει σε ηλεκτρονικό πίνακα η συνεργαζόμενη ιστοσελίδα έχουν ως εξής :

- Μοναδικό id ιατρού
- Μοναδικό id ασθενούς
- Ειδικότητα ιατρού
- Πάθηση ασθενούς
- Ημερομηνία αξιολόγησης ασθενούς προς τον ιατρό
- Βαθμολογία ασθενούς στον ιατρό
- Σχόλια ασθενούς στον ιατρό
- Αξιολόγηση ιατρού προς τον ασθενή
- Ημερομηνία αξιολόγησης ιατρού στον ασθενή
- Αποτέλεσμα επίσκεψης

1.6. Επιθυμητό αποτέλεσμα

Το αποτέλεσμα της μελέτης, είναι η δημιουργία ενός συστήματος που θα επεξεργάζεται τα δεδομένα των αξιολογήσεων που καταχωρούν οι χρήστες και θα δημιουργεί τα ποιοτικά προφίλ χρηστών. Τα ποιοτικά προφίλ των χρηστών, θα μπορούν να χρησιμοποιούνται από την πλατφόρμα ώστε να προβάλλονται αυτοματοποιημένα εστιασμένες συστάσεις ιατρών προς συγκεκριμένους ασθενείς.

Επιχειρηματικά, το βασικό αποτέλεσμα της συγκεκριμένης εφαρμογής, θα είναι η αύξηση των κερδών, μέσω της αύξησης των πωλήσεων και της μείωσης του κόστους διαφήμισης, πωλήσεων και γενικότερης διαχείρισης.

Κοινωνικά, το αποτέλεσμα θα είναι αρχικά ανθρωπιστικό, αφού θα συμβάλει στην καλύτερη υγεία μέσω της αποτελεσματικότερης αντιμετώπισης προβλημάτων υγείας, αλλά και οικονομικό λόγω της ευκολότερης εύρεσης του κατάλληλου ιατρού και της οικονομίας χρόνου που επιτυγχάνεται.

Κεφάλαιο 2

2.1. Εισαγωγή στα συστήματα προτάσεων

Συστήματα προτάσεων (RSs : Recommender Systems) μπορούν να ορισθούν ως οι ηλεκτρονικές εφαρμογές που έχουν σαν στόχο να προτείνουν το πλέον κατάλληλο προϊόν ή υπηρεσία σε συγκεκριμένους χρήστες, προβλέποντας τα ενδιαφέροντα του χρήστη για το προϊόν (ή την υπηρεσία), βασιζόμενα σε σχετιζόμενες πληροφορίες για τα προϊόντα, για τους χρήστες και για την αλληλεπίδραση μεταξύ τους.

Οι προτάσεις σχετίζονται με διάφορες διαδικασίες λήψης αποφάσεων, και μπορεί να αφορούν είδη για αγορά, υπηρεσίες, μουσική ακόμη και ειδήσεις στο διαδίκτυο.

Ο σκοπός ανάπτυξης των συστημάτων προτάσεων είναι η εξοικονόμηση πληροφοριών μέσα από το ανεξάντλητο και αχανές σύμπλεγμα δεδομένων που υφίσταται στον κυβερνοχώρο και η αξιοποίηση μόνο εκείνων που κρίνονται από το σύστημα ως οι πιο σημαντικές – σχετικές με τον εκάστοτε χρήστη – προϊόν – υπηρεσία. Με τον τρόπο αυτό, τα συστήματα προτάσεων παρέχουν εξατομικευμένη και ευκολότερη πληροφόρηση.

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των συστημάτων προτάσεων, είναι η ικανότητά τους, μέσω της ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων που αφορούν τη συμπεριφορά των ιδίων των χρηστών ή και άλλων όμοιων χρηστών, να προβλέπουν τις προτιμήσεις και τα ενδιαφέροντα τους και εν τέλει να δημιουργούν εξατομικευμένες προτάσεις – συστάσεις.

Η μελέτη των συστημάτων προτάσεων είναι σχετικά νέα εν συγκρίσει με την έρευνα σε άλλα εργαλεία και τεχνικές του κλασσικού συστήματος πληροφορικής, όπως οι βάσεις δεδομένων ή οι μηχανές αναζήτησης. Τα συστήματα προτάσεων εμφανίζονται ως ανεξάρτητος ερευνητικός τομέας στα μέσα της δεκαετίας του '90. Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για τα συγκεκριμένα συστήματά έχει αυξηθεί δραματικά.

Τα τελευταία χρόνια, τα συστήματα προτάσεων διαδραματίζουν εξαιρετικά σημαντικό ρόλο σε υψηλής επισκεψιμότητας διαδικτυακούς τόπους, όπως είναι το YouTube, το Amazon, το Netflix και άλλα πολλά. Επιπλέον, πολλές εταιρείες μέσω ενημέρωσης αναπτύσσουν τα συστήματα αυτά ως μέρος των υπηρεσιών που παρέχουν στους συνδρομητές τους.

2.2. Ο ρόλος - λειτουργίες των συστημάτων προτάσεων

Στην προηγούμενη ενότητα ορίσαμε τα συστήματα προτάσεων ως εργαλεία και τεχνικές που παρέχουν στους **χρήστες** προτάσεις για αντικείμενα ή υπηρεσίες που ενδέχεται να επιθυμούν. Πρέπει όμως να γίνει μια διάκριση μεταξύ του ρόλου που διαδραματίζουν τα συστήματα προτάσεων για λογαριασμό του παρόχου μιας υπηρεσίας ή του εμπόρου ενός προϊόντος και του χρήστη – πελάτη.

Για παράδειγμα, σε μια εφαρμογή τουριστικού περιεχομένου, ο σκοπός του συστήματος είναι να αυξήσει τον κύκλο εργασιών, δηλαδή να οδηγήσει σε πώληση περισσότερων δωματίων ξενοδοχείου, ή σε αύξηση του αριθμού των τουριστών στον προορισμό. Από την πλευρά του χρήστη, τα κίνητρα είναι διαφορετικά, εφόσον το ενδιαφέρον του περιορίζεται στο να βρει ένα κατάλληλο ξενοδοχείο, ή ενδιαφέρουσες εκδηλώσεις, αξιοθέατα κατά την επίσκεψή του στον προορισμό.

Επιγραμματικά, ο ρόλος των συστημάτων προτάσεων από την οπτική του επαγγελματία έχει ως εξής :

- **Αύξηση του αριθμού των πωλήσεων.** Πρόκειται για τον πιο σημαντικό σκοπό των συστημάτων προτάσεων, αφού σχετίζεται άμεσα με την αύξηση των κερδών των παρόχων υπηρεσιών ή των εμπόρων.
- **Πώληση ποικίλων ειδών – υπηρεσιών.** Μια άλλη σημαντική λειτουργία ενός συστήματος προτάσεων είναι να επιτρέψει στον χρήστη να ανακαλύψει στοιχεία που μπορεί να είναι δύσκολο να βρεθούν χωρίς συγκεκριμένες συστάσεις. Το κόστος συμβατικής διαφήμισης για ευρεία προβολή ενδέχεται να είναι υψηλό και να κρίνεται ασύμφορο ιδίως αν υπάρχει αβεβαιότητα για την επιτυχία του προϊόντος ή της υπηρεσίας.
- **Αύξηση της ικανοποίησης του χρήστη – πελάτη.** Ο χρήστης βρίσκοντας τις προτάσεις του συστήματος σχετικές και ενδιαφέρουσες, ενδέχεται να απολαμβάνει τη χρήση της εφαρμογής και τις αγορές που διεκπεραιώνει μέσω αυτής. Ο συνδυασμός αποτελεσματικών και στοχευμένων συστάσεων θα αυξήσει την εκτίμηση του συστήματος από τον χρήστη. Αυτό με τη σειρά του θα αυξήσει τη συνολική χρήση – αποδοχή του συστήματος, άρα και την πιθανότητα να γίνουν δεκτές νέες συστάσεις.
- **Αύξηση της πιστότητας του χρήστη.** Είναι σημαντικό για έναν ιστότοπο να έχει πιστούς χρήστες, καθώς και να αναγνωρίζει τον παλιό πελάτη και τον αντιμετωπίζει ως πολύτιμο επισκέπτη. Κατά συνέπεια, όσο περισσότερο αλληλεπιδρά ο χρήστης με τον ιστότοπο, τόσο βελτιώνεται το προφίλ του χρήστη, οδηγώντας σε πιο αποτελεσματικές συστάσεις, σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητες και τις προτιμήσεις του.
- **Καλύτερη κατανόηση των απαιτήσεων – επιθυμιών των χρηστών.** Μια άλλη σημαντική λειτουργία ενός συστήματος προτάσεων, είναι η περιγραφή των προτιμήσεων του χρήστη, οι οποίες είτε συλλέγονται ρητά, είτε προβλέπονται από το σύστημα. Έτσι για παράδειγμα, ο παραγωγός ενός προϊόντος μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες για την βελτίωση της διαχείρισης του αποθέματος ή της παραγωγής του αντικειμένου.

Παραπάνω αναφέρθηκαν μερικά σημαντικά κίνητρα για τον λόγο που οι πάροχοι υπηρεσιών ή οι έμποροι επιθυμούν τα συστήματα προτάσεων. Πέραν των επαγγελματιών όμως, υπάρχουν και οι καταναλωτές – χρήστες που έχουν όφελος από την χρήση των συστημάτων αυτών, αφού τα συστήματα υποστηρίζουν τις επιθυμίες και τους στόχους τους.

Συνεπώς, από την οπτική του χρήστη – καταναλωτή, τα συστήματα προτάσεων έχουν επιγραμματικά τους παρακάτω ρόλους – σκοπούς :

- **Εύρεση προϊόντων & υπηρεσιών.** Οι χρήστες αναμένουν από το σύστημα συστάσεις προϊόντων και υπηρεσιών που μπορούν να ικανοποιήσουν συγκεκριμένες ανάγκες ή επιθυμίες τους. Οι συστάσεις είναι δυνατόν να είναι και υπό μορφή λίστας, με σειρά κατάταξης, ανάλογα του πόσο προβλέπει το σύστημα ότι θα είναι αρεστές στον συγκεκριμένο χρήστη.
- **Προτάσεις για διασκέδαση.** Το σύστημα προτείνει στους χρήστες συγκεκριμένες προτάσεις διασκέδασης. Αυτές μπορεί να είναι από θεατρικά έργα, συναυλίες έως και κάποια ταινία στην τηλεόραση. Ορισμένες από αυτές τις προτάσεις εξαρτώνται αποκλειστικά από τις μακροπρόθεσμες προτιμήσεις του χρήστη, οι οποίες έχουν αποτυπωθεί στο ηλεκτρονικό, ποιοτικό του προφίλ. Οι προτάσεις αυτής της κατηγορίας, περιλαμβάνουν και συστάσεις βιβλίων, ταξιδιών, εκδηλώσεων και οτιδήποτε μπορεί να είναι ευχάριστο στον εκάστοτε χρήστη.
- **Προτάσεις πακέτων ευρύτερου περιεχομένου.** Εκτός από αυστηρού περιεχομένου προτάσεις (π.χ. συγκεκριμένος τύπος προϊόντος), οι χρήστες επιθυμούν από τα συστήματα προτάσεις ευρύτερου περιεχομένου. Για παράδειγμα, ένα ολοκληρωμένο σύστημα μπορεί να προτείνει συμπληρωματικά - εναλλακτικά προϊόντα ή υπηρεσίες, ακόμη και πρόσθετες δραστηριότητες κατά την επίσκεψη ενός αξιοθέατου.
- **Απλή περιήγηση σε ιστότοπους.** Ένα είδος ευχαρίστησης για τους χρήστες είναι και η απλή περιήγηση σε ιστότοπους διαφόρων περιεχομένων, ακόμη και χωρίς την πρόθεση αγοράς από την πλευρά του χρήστη, αν η ιστοσελίδα είναι εμπορικού

περιεχομένου. Το σύστημα βοηθά τον χρήστη να περιηγείται σε θέματα ή αντικείμενα τα οποία είναι πιθανόν να τον ενδιαφέρουν.

- **Βελτίωση του προφίλ του χρήστη.** Αυτό σχετίζεται με την ικανότητα του χρήστη να παρέχει πληροφορίες στο σύστημά, σχετικά με αυτό που του αρέσει ή δεν του αρέσει. Αυτό είναι μια θεμελιώδης λειτουργία που είναι απολύτως απαραίτητη για την παροχή εξατομικευμένων συστάσεων. Εάν το σύστημα δεν έχει συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με τον «ενεργό» χρήστη, τότε μπορεί να του παρέχει μόνο τις συστάσεις που θα προταθούν σε έναν «μέσο» χρήστη.
- **Έκφραση του εαυτού τους.** Υπάρχουν χρήστες που ενδέχεται να μην ενδιαφέρονται καθόλου για συστάσεις. Μάλλον αυτό που είναι σημαντικό για αυτούς, είναι να τους επιτραπεί να συνεισφέρουν με τις αξιολογήσεις τους και να εκφράσουν τις απόψεις και τις πεποιθήσεις τους. Η ικανοποίηση του χρήστη για τη δραστηριότητα αυτή μπορεί να λειτουργήσει ακόμη και ως μοχλός για να κρατήσει τον χρήστη πιστό στην εφαρμογή (κάτι που είναι κίνητρο για τον πάροχο – επαγγελματία).
- **Προσφορά βοήθειας.** Ορισμένοι χρήστες είναι ευτυχείς με το να συνεισφέρουν με πληροφορίες, όπως π.χ. η αξιολόγηση κάποιων στοιχείων (βαθμολογίες), επειδή πιστεύουν ότι η κοινότητα ωφελείται από τη συμβολή τους. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό κίνητρο για την εισαγωγή πληροφοριών σε ένα σύστημα προτάσεων που δεν χρησιμοποιείται συστηματικά.
- **Επιρροή σε άλλους χρήστες.** Σε διαδικτυακούς τόπους, υπάρχουν χρήστες όπου ο κύριος στόχος τους είναι να επηρεάζουν άλλους χρήστες (influencers) σχετικά με την αγορά συγκεκριμένων προϊόντων ή υπηρεσιών. Βέβαια, στην πραγματικότητα, υπάρχουν και κάποιοι κακόβουλοι χρήστες, που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το σύστημα μόνο για να προωθήσουν ορισμένα στοιχεία, τα οποία δεν αποσκοπούν πάντα στο όφελος του χρήστη ή της κοινότητας.

Όπως αναφέρθηκε λοιπόν στα παραπάνω σημεία, ο ρόλος ενός συστήματος προτάσεων είναι αρκετά πολύπλευρος και διαφορετικός αναλόγως την οπτική που εξετάζεται. Αυτή η πολυμορφία απαιτεί την εκμετάλλευση μιας σειράς διαφορετικών

πηγών και τεχνικών ώστε η διαχείριση των πληροφοριών να προωθεί την πιο ορθή αναπαραγωγή συστάσεων.

Επιπροσθέτως, ένα ολοκληρωμένο σύστημα προτάσεων πρέπει να εξισορροπήσει τις ανάγκες των δύο πλευρών, παρόχου και χρήστη, ώστε να προσφέρει μια υπηρεσία που είναι πολύτιμη και για τους δύο (Win - Win).

2.3. Δεδομένα και πηγές

Τα συστήματα προτάσεων είναι συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών που συλλέγουν ενεργά, διάφορα είδη δεδομένων, προκειμένου να δημιουργήσουν τις συστάσεις τους. Τα δεδομένα αφορούν κυρίως τα προτεινόμενα στοιχεία (προϊόντα ή υπηρεσίες) αλλά και τους χρήστες που θα λάβουν αυτές τις συστάσεις.

Δεδομένου ότι οι πληροφορίες και οι πηγές γνώσης που είναι διαθέσιμες για τη λειτουργία των συστημάτων προτάσεων μπορεί να είναι πολύ διαφορετικές, η αξιοποίησή τους, εξαρτάται εν τέλει από την τεχνική ανάλυση και επεξεργασία που θα χρησιμοποιηθεί.

Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν τεχνικές συστάσεων που αρκούνται σε ελάχιστη γνώση, χρησιμοποιώντας πολύ απλά και βασικά δεδομένα, όπως αξιολογήσεις χρηστών, αξιολογήσεις για αντικείμενα και άλλα.

Άλλες τεχνικές εξαρτώνται πολύ περισσότερο από τη γνώση. Για παράδειγμα χρησιμοποιούν οντολογικές περιγραφές των χρηστών ή των αντικειμένων, περιορισμούς, κοινωνικές σχέσεις και δραστηριότητες χρηστών. Σε κάθε περίπτωση, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται από τα συστήματα προτάσεων αναφέρονται σε τρία είδη στοιχείων :

- **Αντικείμενα** (items)
- **Χρήστες** (users)
- **Συναλλαγές** (transactions), δηλαδή σχέσεις μεταξύ χρηστών και αντικειμένων

Τα **αντικείμενα** είναι τα προϊόντα που προτείνονται. Μπορούν να χαρακτηριστούν λόγω της πολυπλοκότητας και της αξίας ή της χρησιμότητάς τους. Η αξία ενός στοιχείου μπορεί να είναι θετική εάν το στοιχείο είναι χρήσιμο για τον χρήστη ή αρνητική εάν το στοιχείο δεν είναι κατάλληλο και ο χρήστης πήρε λανθασμένη απόφαση κατά την επιλογή του. Σημειώνεται ότι όταν ένας χρήστης αποκτά ένα αντικείμενο σε ένα κόστος, το κόστος αυτό περιλαμβάνει το γνωστικό κόστος της αναζήτησης για το αντικείμενο, καθώς και το πραγματικό χρηματικό κόστος που καταβλήθηκε τελικά για την αγορά.

Τα συστήματα προτάσεων, σύμφωνα με την βασική τους τεχνολογική αρχή, μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια σειρά ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών των αντικειμένων. Για παράδειγμα, σε ένα σύστημα ταινιών, το είδος της ταινίας (κωμωδία, θρίλερ κ.λπ.), καθώς και ο σκηνοθέτης και οι ηθοποιοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν την ταινία. Η χρησιμότητα ενός αντικειμένου εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του.

Οι **χρήστες** ενός συστήματος προτάσεων, ενδέχεται να έχουν πολύ διαφορετικούς στόχους και χαρακτηριστικά. Προκειμένου να εξατομικευθούν οι συστάσεις και η αλληλεπίδραση μεταξύ υπολογιστή – ανθρώπου, τα συστήματα εκμεταλλεύονται μια σειρά πληροφοριών σχετική με τους χρήστες. Αυτή η πληροφορία μπορεί να δομηθεί με διάφορους τρόπους, ενώ και πάλι η επιλογή των πληροφοριών του μοντέλου, εξαρτάται από την τεχνική – μεθοδολογία που ακολουθείται από αυτό.

Διάφορες προσεγγίσεις μοντελοποίησης χρηστών έχουν χρησιμοποιηθεί και κατά μια έννοια, ένα σύστημα προτάσεων μπορεί να θεωρηθεί ως ένα εργαλείο που παράγει συστάσεις **δημιουργώντας και αξιοποιώντας μοντέλα χρηστών**.

Οι χρήστες μπορούν να περιγραφούν - ομαδοποιηθούν από τα δεδομένα που σχετίζονται με την συμπεριφορά τους, για παράδειγμα τον ιστότοπο που επισκέπτονται, την αναζήτηση συγκεκριμένων προϊόντων ή ταξιδιών κ.τ.λ.

Συναλλαγή θεωρείται η καταγεγραμμένη αλληλεπίδραση μεταξύ ενός χρήστη και του συστήματος προτάσεων. Οι συναλλαγές είναι δεδομένα που αποθηκεύουν σημαντικές

πληροφορίες που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή και τα οποία είναι χρήσιμα για τον αλγόριθμο δημιουργίας προτάσεων που χρησιμοποιεί το σύστημα. Για παράδειγμα, ένα αρχείο καταγραφής συναλλαγών μπορεί να περιέχει μια αναφορά στο προϊόν που έχει επιλέξει ο χρήστης και μια περιγραφή του περιεχομένου της συγκεκριμένης σύστασης, όπως ο στόχος του χρήστη, η αιτία που οδήγησε τον χρήστη στο να επιλέξει το προϊόν κ.τ.λ.

Εάν είναι διαθέσιμη, η συναλλαγή αυτή μπορεί επίσης να περιλαμβάνει και την ανατροφοδότηση του χρήστη (feedback), δηλαδή κάποια βαθμολογία ή γενικότερη **αξιολόγηση**. Στην πραγματικότητα, οι αξιολογήσεις είναι η πιο δημοφιλής μορφή δεδομένων συναλλαγής που συλλέγει ένα σύστημα προτάσεων. Οι αξιολογήσεις μπορούν να συλλέγονται ρητά ή και «σιωπηρά». Στην περίπτωση ρητής συλλογής, ο χρήστης καλείται να καταχωρίσει την άποψή του σχετικά με ένα στοιχείο, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα αξιολόγησης.

Γενικά, οι **αξιολογήσεις** μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές :

- **Αριθμητικές αξιολογήσεις** με προκαθορισμένη κλίμακα, όπως τα 1 έως 5 αστέρια που συναντούμε σε πολλές ιστοσελίδες (βλέπε Amazon.com).
- **Κανονικές αξιολογήσεις** με επιλογές όπως «συμφωνώ απόλυτα, μάλλον συμφωνώ, διαφωνώ, διαφωνώ απόλυτα», όπου ο χρήστης καλείται να επιλέξει τον όρο που εκφράζει καλύτερα τη γνώμη του σχετικά με ένα στοιχείο (συνήθως μέσω ερωτηματολογίου).
- **Διαδικές αξιολογήσεις** που υποστηρίζουν επιλογές στις οποίες ο χρήστης απλώς καλείται να αποφασίσει εάν ένα συγκεκριμένο στοιχείο είναι καλό ή κακό.
- **Μοναδιαίες αξιολογήσεις** που υποδηλώνουν ότι ένας χρήστης έχει απλώς παρατηρήσει ή αγοράσει ένα αντικείμενο και το έχει απλώς αξιολογήσει θετικά. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η απουσία βαθμολογίας υποδεικνύει ότι δεν έχουμε επαρκείς πληροφορίες σχετικά με το χρήστη και το αντικείμενο.
- **Ελεύθερες αξιολογήσεις** οι οποίες αποτελούν ελεύθερα κείμενα στα οποία ο χρήστης μπορεί να εκφράσει γραπτώς την εμπειρία και την άποψή του, σχετικά με ένα προϊόν ή μια υπηρεσία που αγόρασε. Στις αξιολογήσεις αυτές, μπορεί να

παρουσιαστεί με μεγάλη ακρίβεια – ανάλυση η γνώμη του χρήστη και κατ' επέκταση είναι εφικτό για το σύστημα να εκμαιεύσει χαρακτηριστικά και ιδιότητες που αφορούν τον χρήστη και αποτελούν σημαντική πηγή για επόμενες συστάσεις.

Μια άλλη σχετικά σύγχρονη μορφή αξιολόγησης, αποτελείται από ετικέτες (tags), οι οποίες καταχωρούνται από τους χρήστες και χαρακτηρίζουν τα αντικείμενα.

Στις συναλλαγές που συλλέγουν «σιωπηρά» τις αξιολογήσεις, το σύστημα στοχεύει να συνάγει τη γνώμη των χρηστών με βάση τις ενέργειες του χρήστη. Για παράδειγμα, αν ένας χρήστης εισάγει τη λέξη-κλειδί "cooking" στο Amazon.com, θα του δοθεί μια μακρά λίστα βιβλίων σχετική με το μαγείρεμα. Σε αντάλλαγμα, ο χρήστης μπορεί να κάνει κλικ σε ένα συγκεκριμένο βιβλίο της λίστας για να λάβει πρόσθετες πληροφορίες. Σε αυτό το σημείο λοιπόν, το σύστημα μπορεί να συμπεράνει ότι ο χρήστης ενδιαφέρεται κάπως για το συγκεκριμένο βιβλίο.

Τέλος, στα συστήματα που υποστηρίζουν διαδραστική διαδικασία, το μοντέλο συναλλαγής είναι πιο εκλεπτυσμένο. Σε αυτά τα συστήματα τα αιτήματα των χρηστών εναλλάσσονται με τις ενέργειες του συστήματος. Δηλαδή, ο χρήστης μπορεί να ζητήσει μια σύσταση και το σύστημα μπορεί να παράγει μια λίστα προτάσεων.

Ωστόσο, το σύστημα ενδέχεται να ζητήσει πρόσθετες προτιμήσεις – πληροφορίες για να προσφέρει στους χρήστες ακόμη καλύτερα αποτελέσματα. Στο συγκεκριμένο μοντέλο συναλλαγών, το σύστημα συλλέγει τις διάφορες αιτήσεις - απαντήσεις και μπορεί εν τέλει να μάθει να τροποποιεί τη μεθοδολογία αλληλεπίδρασής του με τον χρήστη, παρατηρώντας το αποτέλεσμα της διαδικασίας.

2.4. Τεχνικές

Όπως έχει αναλυθεί παραπάνω, η κύρια λειτουργία των συστημάτων προτάσεων είναι να προσδιορίσουν χρήσιμα στοιχεία για τους χρήστες και να προβλέψουν ποια από τα στοιχεία αυτά αξίζει να τους προταθούν. Προκειμένου να γίνει αυτό, το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να προβλέψει τη χρησιμότητα ορισμένων από αυτά ή τουλάχιστον να συγκρίνει τη χρησιμότητα ορισμένων στοιχείων και στη συνέχεια να αποφασίσει ποια στοιχεία θα προτείνει στους χρήστες βάσει αυτής της σύγκρισης.

Ένα απλό παράδειγμα θα μπορούσε να είναι ένας αλγόριθμος που συνιστά μόνο τα πιο δημοφιλή τραγούδια. Το σκεπτικό για τη χρήση αυτής της προσέγγισης είναι ότι, ελλείψει ακριβέστερων πληροφοριών σχετικά με τις προτιμήσεις του χρήστη, ένα δημοφιλές τραγούδι, δηλαδή κάτι που αρέσει σε πολλούς χρήστες (υψηλή χρησιμότητα), θα αρέσει πιθανότατα και σε έναν μέσο - τυπικό χρήστη, τουλάχιστον περισσότερο από ένα άλλο, τυχαία επιλεγμένο τραγούδι. Ως εκ τούτου, η χρησιμότητα αυτού του δημοφιλούς τραγουδιού, προβλέπεται ότι θα είναι λογικά υψηλή για τον μέσο - γενικό χρήστη.

Ορισμένα συστήματα προτάσεων, δεν εκτιμούν πλήρως τη χρησιμότητα πριν από την υποβολή μιας σύστασης, αλλά μπορούν να εφαρμόσουν κάποια θεωρητικά στοιχεία για να υποθέσουν ότι ένα στοιχείο είναι χρήσιμο σε ένα χρήστη. Αυτές οι προβλέψεις χρησιμότητας υπολογίζονται με συγκεκριμένους αλγόριθμους που χρησιμοποιούν διάφορα είδη πληροφοριών σχετικά με τους χρήστες, τα προτεινόμενα στοιχεία (αντικείμενα, υπηρεσίες), καθώς και την ίδια λειτουργία σύστασης.

Για παράδειγμα, ένα σύστημα μεθοδολογίας Boolean θα καθορίσει απλώς εάν ένα στοιχείο είναι ή δεν είναι χρήσιμο για το χρήστη. Συνεπώς, υποθέτοντας ότι υπάρχουν κάποιες διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το χρήστη που ζητά τη σύσταση, τα στοιχεία που πρόκειται να συσταθούν, αλλά και τους άλλους χρήστες που έλαβαν συστάσεις, το σύστημα θα αξιοποιήσει τον κατάλληλο αλγόριθμο για να δημιουργήσει διάφορες προβλέψεις χρησιμότητας και συνεπώς τις καταλληλότερες συστάσεις.

Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι μερικές φορές η χρησιμότητα για ένα στοιχείο εξαρτάται και από άλλες ποικίλες μεταβλητές, οι οποίες στην γλώσσα των συστημάτων προτάσεων, ονομάζονται "contextual". Για παράδειγμα, η χρησιμότητα ενός αντικειμένου για ένα χρήστη μπορεί να επηρεαστεί από την γνώση του χρήστη πάνω στην συγκεκριμένη κατηγορία αντικειμένων, ενώ μπορεί ακόμη και να εξαρτηθεί από την ώρα που ζητείται η σύσταση. Επίσης ο χρήστης μπορεί να ενδιαφέρεται περισσότερο για στοιχεία (π.χ. ένα εστιατόριο) πιο κοντά στην τρέχουσα τοποθεσία του. Κατά συνέπεια, οι συστάσεις πρέπει να προσαρμοσθούν στις συγκεκριμένες αυτές πρόσθετες λεπτομέρειες - μεταβλητές και ως εκ τούτου καθίσταται όλο και πιο δύσκολο να εκτιμηθεί σωστά ποιες είναι οι σωστές συστάσεις και ποιες όχι.

2.5. Κατηγορίες τεχνικών

Διακρίνονται έξι διαφορετικές κατηγορίες συστημάτων προτάσεων :

- Αυτά που βασίζονται στο περιεχόμενο (**Content Based**) : Το σύστημα μαθαίνει να συστήνει αντικείμενα παρόμοια με εκείνα που άρεσαν του χρήστη στο παρελθόν. Η ομοιότητα των αντικειμένων υπολογίζεται με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Για παράδειγμα, εάν ένας χρήστης έχει αξιολογήσει θετικά μια ταινία που ανήκει στο είδος κωμωδίας, τότε το σύστημα μπορεί να μάθει να συστήνει άλλες ταινίες από αυτό το είδος.
- Αυτά που βασίζονται στο «συνεργατικό» φιλτράρισμα (**Collaborative Filtering**) : Η απλούστερη και πρωτότυπη εφαρμογή αυτής της προσέγγισης συνιστά στον ενεργό χρήστη τα στοιχεία που άλλα μέλη με παρόμοιες προτιμήσεις προτιμούσαν στο παρελθόν. Η ομοιότητα στο γούστο δύο χρηστών υπολογίζεται με βάση την ομοιότητά τους στο ιστορικό αξιολόγησης των χρηστών. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το «συνεργατικό» φιλτράρισμα αναφέρεται και ως "συσχετισμός μεταξύ ανθρώπων". Το «συνεργατικό» φιλτράρισμα θεωρείται η πιο δημοφιλής και ευρέως εφαρμοσμένη τεχνική στα συστήματα προτάσεων.

- Αυτά που βασίζονται στα δημογραφικά στοιχεία (**Demographic**) : Αυτός ο τύπος συστήματος συνιστά αντικείμενα που βασίζονται στο δημογραφικό προφίλ του χρήστη. Η υπόθεση είναι ότι πρέπει να δημιουργηθούν διαφορετικές συστάσεις για διαφορετικές δημογραφικές θέσεις. Πολλά συστήματα υιοθετούν απλές και αποτελεσματικές λύσεις εξατομίκευσης, βασισμένες σε δημογραφικά στοιχεία. Για παράδειγμα, οι χρήστες αποστέλλονται σε συγκεκριμένους ιστότοπους βάσει της γλώσσας ή της καταγωγής τους. Οι προτάσεις επίσης μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με την ηλικία του χρήστη. Παρόλο που οι προσεγγίσεις αυτές ήταν αρκετά δημοφιλείς στη βιβλιογραφία του μάρκετινγκ, υπήρξε σχετικώς ελάχιστη έρευνα σχετιζόμενη με τα συστήματα προτάσεων.
- Αυτά που βασίζονται στη γνώση (**Knowledge based**) : Τα συστήματα αυτά κάνουν συστάσεις, βασιζόμενα σε συγκεκριμένους τομείς γνώσης, για το πόσο κάποια αντικείμενα ικανοποιούν τις ανάγκες και τις επιθυμίες των χρηστών και συνεπώς για το πώς και πόσο είναι ένα αντικείμενο χρήσιμο για τον χρήστη. Σε αυτά τα συστήματα, μια συνάρτηση ομοιότητας υπολογίζει κατά πόσον οι ανάγκες του χρήστη ταιριάζουν με τις συστάσεις του συστήματος. Εδώ η βαθμολογία ομοιότητας μπορεί να ερμηνευτεί άμεσα ως η χρησιμότητα της σύστασης για τον χρήστη. Τα συστήματα που βασίζονται στη γνώση, τείνουν να λειτουργούν καλύτερα από τα υπόλοιπα στην αρχή της εφαρμογής τους, αλλά εάν δεν εμπλουτισθούν με περαιτέρω μαθησιακά στοιχεία, μπορεί να ξεπεραστούν από άλλες απλούστερες μεθόδους, οι οποίες μπορούν να εκμεταλλευτούν τα δεδομένα που καταγράφονται κατά την αλληλεπίδραση ανθρώπου και ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Αυτά που βασίζονται στην κοινωνία (**Community based**): Αυτός ο τύπος συνιστά αντικείμενα που βασίζονται στις προτιμήσεις των φίλων των χρηστών. Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι άνθρωποι τείνουν να βασίζονται περισσότερο στις συστάσεις των φίλων τους, παρά στις συστάσεις παρόμοιων αλλά ανώνυμων ατόμων. Αυτή η παρατήρηση, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη δημοτικότητα των ανοιχτών κοινωνικών δικτύων, δημιουργεί ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα συστήματα που βασίζονται στην κατηγορία αυτή. Ο συγκεκριμένος τύπος συστημάτων,

αποκτά πληροφορίες σχετικά με τις κοινωνικές σχέσεις των χρηστών και τις προτιμήσεις των φίλων του εξεταζόμενου χρήστη. Η σύσταση βασίζεται σε αξιολογήσεις που δόθηκαν από τους φίλους του χρήστη. Στην πραγματικότητα, αυτά τα συστήματα ακολουθούν την άνοδο των κοινωνικών δικτύων και επιτρέπουν μια απλή και ολοκληρωμένη απόκτηση δεδομένων που σχετίζονται με τις κοινωνικές σχέσεις των χρηστών.

- Τέλος υπάρχουν τα υβριδικά συστήματα (**Hybrid Recommender Systems**) : Αυτά τα συστήματα βασίζονται στον συνδυασμό μερικών ή όλων των παραπάνω κατηγοριών. Το σκεπτικό είναι ότι ένα υβριδικό σύστημα που συνδυάζει τις τεχνικές x και y, προσπαθεί να χρησιμοποιήσει τα πλεονεκτήματα της x για να διορθώσει τα μειονεκτήματα της y. Για παράδειγμα, η μέθοδος Collaborative Filtering δεν μπορεί να προτείνει νέα αντικείμενα που δεν έχουν αξιολογήσεις. Αυτό όμως δεν περιορίζει τις προβλέψεις βάσει της κατηγορίας Content based, καθώς η πρόβλεψη για νέα στοιχεία βασίζεται στην περιγραφή και τα χαρακτηριστικά τους, που συνήθως είναι εύκολα διαθέσιμα.

2.6. Εφαρμογές και αξιολόγηση

Η επιστημονική έρευνα για τα συστήματα προτάσεων διεξάγεται με μεγάλη έμφαση στην πρακτική της πλευρά και ιδίως στις εμπορικές εφαρμογές, αφού εκτός από τη θεωρητική της συνεισφορά, αποσκοπεί γενικά στην πρακτική βελτίωση των εμπορικών διαδικασιών. Συνεπώς, η έρευνα περιλαμβάνει απόψεις και παραδοχές που ισχύουν για την εφαρμογή των συστημάτων σε εμπορικές διαδικασίες. Αυτές οι πτυχές είναι σχετικές με τα διαφορετικά στάδια του κύκλου ζωής ενός συστήματος προτάσεων, δηλαδή του σχεδιασμού του συστήματος, της εφαρμογής του και της συντήρησης - βελτίωσής του κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος.

Οι πτυχές που ισχύουν για το στάδιο του σχεδιασμού, περιλαμβάνουν παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την επιλογή του αλγορίθμου. Ο κύριος παράγοντας που πρέπει να εξεταστεί, είναι ο τομέας της εφαρμογής και έχει σημαντικό αντίκτυπο στην

αλγοριθμική προσέγγιση που πρέπει να ληφθεί. Τα συστήματα προτάσεων πρέπει να ταξινομούνται σε συγκεκριμένους τομείς εφαρμογών.

Οι γενικές κατηγορίες για τις πιο συνηθισμένες εφαρμογές έχουν ως εξής :

- Ψυχαγωγία : συστάσεις για ταινίες, μουσική κ.τ.λ.
- Γενικό περιεχόμενο : εξατομικευμένες εφημερίδες, συστάσεις ιστοσελίδων, εφαρμογών ηλεκτρονικής μάθησης και ενημέρωσης μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Ηλεκτρονικό εμπόριο : συστάσεις για καταναλωτές προϊόντων.
- Υπηρεσίες : συστάσεις ηλεκτρονικών υπηρεσιών, ταξιδιωτικών υπηρεσιών, ενοικιαζόμενων κατοικιών ή υπηρεσίες συνοδείας.

Επιπροσθέτως, τα συστήματα προτάσεων έχουν βεβαίως ανεξάντλητα αλλά και συνδυαστικά πεδία εφαρμογής. Πιο αναλυτικά, τα πεδία εφαρμογής μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής :

- Τομέας εμπορίου προϊόντων (e-Commerce, e-Shopping)
- Τομέας υπηρεσιών (e-Services)
- Τομέας υγείας (e-Health)
- Τομέας διασκέδασης (e-Resource, ταινίες, μουσική, θέατρα)
- Τομέας μέσων μαζικής ενημέρωσης (ειδήσεις, άρθρα, ιστότοποι ενημερώσεων)
- Τομέας εκπαίδευσης (e-learning, e-Library)
- Τομέας τουρισμού (e-Tourism)
- Επιχειρησιακός τομέας (e-Business, B2B, B2C)
- Κυβερνητικός τομέας (e-Government)

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που σχετίζεται με την πρακτική πλευρά της ανάπτυξης εφαρμογών συστάσεων, είναι η αναγκαιότητα αξιολόγησής τους. Η αξιολόγηση απαιτείται σε διάφορα στάδια του κύκλου ζωής των συστημάτων, για διάφορους σκοπούς. Η αξιολόγηση συνίσταται στην εκτέλεση πολλών και διαφόρων αλγορίθμων στα ίδια σύνολα δεδομένων (π.χ. βαθμολογίες), μελετώντας τα αποτελέσματα και συγκρίνοντας κάθε φορά την απόδοσή τους.

Κατά τη φάση του σχεδιασμού, απαιτείται αξιολόγηση για την επαλήθευση της επιλογής της κατάλληλης προσέγγισης - αλγορίθμου. Στη φάση του σχεδιασμού, η αξιολόγηση θα πρέπει να πραγματοποιείται εκτός γραμμής (off-line) και οι αλγόριθμοι συστάσεων να συγκρίνονται με τις αλληλεπιδράσεις των χρηστών. Αυτός ο τύπος αξιολόγησης διεξάγεται συνήθως σε υπάρχοντα - κατάλληλα δεδομένα, τα οποία εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμα, συλλέγονται. Ο σχεδιασμός των πειραμάτων εκτός γραμμής θα πρέπει να ακολουθεί γνωστές πρακτικές σχεδίασης πειραμάτων προκειμένου να εξασφαλιστούν αξιόπιστα αποτελέσματα.

Αξιολόγηση απαιτείται επίσης και μετά την εκκίνηση του συστήματος. Οι αλγόριθμοι μπορεί να είναι πολύ ακριβείς σχετικά με την δημιουργία βασικών συστάσεων, αλλά για κάποιο άλλο λόγο το σύστημα ενδέχεται να μην γίνει εν τέλει αποδεκτό από τους χρήστες, επειδή η απόδοση του δεν είναι όπως αναμένεται. Σε αυτό το στάδιο είναι συνήθως αναγκαίο να πραγματοποιείται «on-line» αξιολόγηση με πραγματικούς χρήστες, ώστε να αναλυθούν τα δεδομένα καταγραφής, προκειμένου εν τέλει να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος. Επιπλέον, οι περισσότεροι από τους αλγόριθμους περιλαμβάνουν παραμέτρους, όπως κατώτατα όρια, συντελεστές βαρύτητας κ.α., που απαιτούν συνεχόμενες ρυθμίσεις - βαθμονομήσεις.

Ένας άλλος τύπος αξιολόγησης είναι μια εστιασμένη μελέτη χρήστη, η οποία μπορεί να διεξαχθεί όταν η «on-line» αξιολόγηση δεν είναι εφικτή ή εμπεριέχει μεγάλα ρίσκα. Σε αυτόν τον τύπο αξιολόγησης προγραμματίζεται ένα ελεγχόμενο πείραμα όπου μια μικρή ομάδα χρηστών καλείται να εκτελεί διαφορετικές εργασίες με διάφορες εκδόσεις του συστήματος. Στη συνέχεια είναι δυνατή η ανάλυση της απόδοσης των χρηστών και η διανομή ερωτηματολογίων, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να αναφέρουν την εμπειρία τους. Σε τέτοια πειράματα είναι δυνατή η συλλογή τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών πληροφοριών για τα συστήματα.

Κλείνοντας το κεφάλαιο αξιολόγηση, και όσον αφορά τις πρακτικές πτυχές των συστημάτων προτάσεων, πρέπει να αναλύονται πραγματικές υλοποιήσεις του συστήματος. Η ιδέα είναι να δοκιμαστούν θεωρητικά διαισθητικές υποθέσεις για να διαπιστωθεί αν λειτουργούν στην πράξη. Το κυριότερο πρόβλημα που πρέπει να

αντιμετωπίσει κανείς στην περίπτωση αυτή, είναι το γεγονός ότι οι ιδιοκτήτες των εμπορικών εταιρειών γενικά δεν επιθυμούν να αποκαλύψουν τις πρακτικές τους, ενώ υπάρχουν σχετικά λίγες ευκαιρίες για συνεργασία μαζί τους.

2.7. Προκλήσεις

Τα συστήματα προτάσεων, όσο ωφέλιμα μπορούν να είναι για αυτόν που τα χρησιμοποιεί, άλλο τόσο κρύβουν δυσκολίες, προβλήματα και προκλήσεις.

Η πρώτη πρόκληση για τα συστήματα αυτά, είναι η ιδιωτικότητα (**Privacy**). Ιδίως μετά την εφαρμογή του πρόσφατου κανονισμού περί προστασίας προσωπικών δεδομένων (G.D.P.R.), η εφαρμογή και σωστή λειτουργία των συστημάτων προτάσεων, έγινε ακόμη δυσκολότερη. Η παροχή προσωπικών πληροφοριών στα συστήματά αυτά, να μεν συνιστά καλύτερες υπηρεσίες, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε θέματα προστασίας προσωπικών δεδομένων και ασφάλειας. Οι χρήστες διστάζουν να τροφοδοτήσουν δεδομένα στα συστήματά, τα οποία υποφέρουν από ζητήματα απορρήτου. Επομένως, ένα σύστημα προτάσεων, θα πρέπει να οικοδομήσει εμπιστοσύνη μεταξύ αυτού και των χρηστών του. Ωστόσο τα συστήματα της μεθοδολογίας «Collaborative Filtering» είναι πιο επιρρεπή σε τέτοια ζητήματα ιδιωτικού δικαίου. Στην τεχνική «Collaborative Filtering», τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών, συμπεριλαμβανομένων των αξιολογήσεων, αποθηκεύονται σε μια κεντρική βάση δεδομένων, η οποία είναι δυνατόν να παραβιασθεί, οδηγώντας σε κατάχρηση των δεδομένων αυτών.

Για το σκοπό αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μηχανισμοί κρυπτογράφησης, παρέχοντας εξατομικευμένες συστάσεις χωρίς να εμπλέκονται τρίτα μέρη και χρήστες. Άλλες τεχνικές περιλαμβάνουν διαφορετικές μεθοδολογίες, επιτρέποντας στους χρήστες να δημοσιεύουν τα προσωπικά τους δεδομένα χωρίς να εκθέτουν την ταυτότητά τους και χρησιμοποιώντας τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού (Semantic web), σε συνδυασμό με τεχνικές NLP (Neuro Linguistic Programming) για να μετριάσουν την ανεπιθύμητη έκθεση πληροφοριών. Φυσικά σε οποιαδήποτε

υλοποίηση εφαρμογής, ο χρήστης θα πρέπει να δηλώσει εγγράφως ότι είναι σύμφωνος με την συλλογή και χρήση των δεδομένων του απο το σύστημα, για την ενδεικνυόμενη πάντα χρήση.

Εκτός από το πολύ ευαίσθητο θέμα της ιδιωτικότητας που αναλύθηκε παραπάνω, ακολουθούν άλλες πιο τεχνικές προκλήσεις για τα συστήματα προτάσεων :

- **Πρόβλημα ψυχρής εκκίνησης (Cold start problem)** : Αυτό το ζήτημα προκύπτει όταν εισέρχονται νέοι χρήστες στο σύστημα ή προστίθενται νέα στοιχεία σε κάποιον κατάλογο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, δεν μπορεί να προβλεφθεί ούτε το γούστο των νέων χρηστών ούτε να γίνει αξιολόγηση των νέων στοιχείων, κάτι που οδηγεί σε λιγότερο ακριβείς συστάσεις. Το πρόβλημα της ψυχρής εκκίνησης μπορεί να λυθεί με πολλούς τρόπους. Ενδεικτικά, ένα σύστημα μπορεί αρχικά να ζητά από τον χρήστη να αξιολογήσει κάποια στοιχεία, ή να δηλώσει ρητά το γούστο του, ή ακόμη και να προτείνει στοιχεία προς το χρήστη βάσει των δημογραφικών του πληροφοριών.
- **Συνωνυμία (Synonymy)** : Η συνωνυμία προκύπτει όταν ένα στοιχείο παρουσιάζεται με δύο ή περισσότερα διαφορετικά ονόματα ή καταχωρήσεις που έχουν παρόμοιες έννοιες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το σύστημα δεν μπορεί να προσδιορίσει αν οι όροι αντιπροσωπεύουν διαφορετικά στοιχεία ή το ίδιο αντικείμενο. Για παράδειγμα, μια προσέγγιση που βασίζεται στην μέθοδο «Collaborative Filtering» θα αντιμετωπίσει διαφορετικά την έννοια «ταινία κωμωδίας» και «φιλμ κωμωδίας». Η διακύμανση στη χρήση των περιγραφικών όρων είναι μεγαλύτερη από ότι συνήθως και η υπερβολική χρήση συνώνυμων λέξεων μειώνει την απόδοση των συστημάτων. Δεδομένου ότι τα περιεχόμενα του αντικειμένου αγνοούνται πλήρως, το σύστημα δεν αντιλαμβάνεται τη σχέση μεταξύ των αντικειμένων. Για την ανακούφιση των προβλημάτων συνωνυμίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνικές όπως οι οντολογίες, η τεχνική διάσπασης (SVD : Single Value Decomposition) κ.τ.λ.
- **Κακόβουλες επιθέσεις (Shilling Attacks)** : Τι συμβαίνει εάν ένας κακόβουλος χρήστης ή ανταγωνιστής εισέλθει σε ένα σύστημα και αρχίσει να δίνει ψευδείς

αξιολογήσεις σε ορισμένα αντικείμενα είτε για να αυξήσει τη δημοτικότητα του στοιχείου, είτε για να μειώσει τη δημοτικότητά του; Τέτοιες επιθέσεις μπορούν να μειώσουν την εμπιστοσύνη του συστήματος και να μειώσουν την απόδοση και την ποιότητα των αποτελεσμάτων του. Υπάρχουν διαφορετικά μοντέλα επίθεσης όπως η στοχευμένη επίθεση, η τυχαία επίθεση κ.τ.λ. Οι επιθέσεις μπορούν να ανιχνευθούν μέσω διαφόρων προσεγγίσεων, ενώ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν υπό συγκεκριμένες «διαστάσεις», όπως η πρόθεση της επίθεσης, το μέγεθος της επίθεσης και η απαιτούμενη γνώση για να ξεκινήσει αυτή.

- **Σπανιότητα (Sparsity)** : Η διαθεσιμότητα τεράστιου όγκου δεδομένων σχετικά με αντικείμενα και υπηρεσίες, καθώς και η απροθυμία των χρηστών να καταχωρούν αξιολογήσεις, μπορούν να οδηγήσουν σε συστάσεις χαμηλής ακρίβειας - αποτελεσματικότητας. Η περιορισμένη βαθμολόγηση καθιστά δύσκολη την πρόβλεψη ακριβών στοιχείων, εφόσον τα συστήματα χρησιμοποιούν τους πλησιέστερους σε χαρακτηριστικά χρήστες για να προχωρήσουν σε συστάσεις. Λιγότερες αξιολογήσεις όμως, καθιστούν δύσκολο τον υπολογισμό των πλησιέστερων χρηστών. Το πρόβλημα μπορεί να είναι σοβαρό σε ενημερωμένους χρήστες, όπου τα συστήματα ενδέχεται να μην είναι σε θέση να κάνουν ακριβείς συστάσεις για ορισμένα αντικείμενα. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η κατάσταση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετές προσεγγίσεις, συμπεριλαμβανομένου του μοντέλου πολυδιάστατης σύστασης, των τεχνικών SVD, του δημογραφικού φιλτραρίσματος και άλλων αλγορίθμων.
- **Επεκτασιμότητα (Scalability)** : Ο ρυθμός ανάπτυξης των αλγορίθμων σύστασης, σχετίζεται άμεσα με τον αριθμό των αντικειμένων ή των υπηρεσιών προς πρόταση, καθώς και με τον αριθμό των χρηστών. Είναι αρκετά δύσκολο για ένα τυπικό σύστημα προτάσεων να επεξεργαστεί τόσο μεγάλης κλίμακας δεδομένα. Παράδειγμα αποτελεί η Amazon, με ένα δίκτυο 20 εκατομμύριων πελατών και μια ποικιλία προϊόντων που αγγίζουν τα 18 εκατομμύρια αντικείμενα. Διαφορετικές τεχνικές έχουν προταθεί, συμπεριλαμβανομένης της ομαδοποίησης (clustering), όπου το σύστημα αναζητά δεδομένα σε ένα περιορισμένο αντιπροσωπευτικό δείγμα (cluster), αντί ολόκληρης της βάσης δεδομένων.

- Πρόβλημα καθυστέρησης (**Latency problem**) : Τα συστήματα προτάσεων μπορεί να αντιμετωπίσουν προβλήματα καθυστέρησης όταν νέα αντικείμενα προστίθενται συχνά στις βάσεις δεδομένων. Οι αλγόριθμοι θα συνεχίσουν να συστήνουν μόνο ήδη υπάρχοντα αντικείμενα, τα οποία έχουν αξιολογήσει, και θα αγνοούν τα νέα είδη τα οποία δεν έχουν ακόμη κινηθεί – αξιολογηθεί στο διαδίκτυο. Η χρήση φίλτρων μπορεί να μειώσει τους χρόνους, αλλά μπορεί να προκαλέσει και υπερφόρτωση. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η κατάσταση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσέγγιση που βασίζεται σε μια συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντος ή υπηρεσίας, σε συνδυασμό με κάποιο στερεότυπο – χαρακτηριστικό του χρήστη.
- Επίγνωση περιεχομένου (**Context awareness**) : Για να είναι αποδοτικά, τα συστήματα προτάσεων χρησιμοποιούν όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για τους χρήστες. Μεταξύ αυτών είναι και η τρέχουσα γεωγραφική τοποθεσία τους, η γενική δραστηριότητά τους, διάφορα χρονικά γεγονότα κ.α., τα οποία παρέχονται από τις κινητές τους συσκευές και τις διάφορες κοινωνικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν, βλέπε Facebook, Instagram κ.τ.λ. Η εύρεση των προτιμήσεων των χρηστών και των σχετικών με το περιβάλλον τους πληροφοριών, είναι το κλειδί για τον υπολογισμό σχετικών και αποδοτικών συστάσεων. Τα συστήματα μπορούν να βελτιώσουν τα αποτελέσματά τους, ανιχνεύοντας πληροφορίες με διάφορους πρωτότυπους τρόπους, όπως η ανίχνευση εκφράσεων του προσώπου του χρήστη, η καταγραφή της ερμηνείας των γραφόμενων του κ.α. (βλέπε Sentiment analysis).

2.8. Εισαγωγή στα συστήματα προτάσεων του τομέα υγείας

Στον σημερινό ψηφιακό κόσμο οι άνθρωποι είναι επιρρεπείς σε πολλά θέματα υγείας, λόγω της καθιστικής ζωής και των γενικότερων συνηθειών, ενώ παράλληλα το κόστος των ιατρικών θεραπειών αυξάνεται συνεχώς. Υπάρχει συνεπώς ανάγκη να δημιουργηθεί ένα αποτελεσματικό σύστημα υγείας με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Το μεγαλύτερο κόστος που δαπανήθηκε για τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης, μπορεί να αποφευχθεί με την υιοθέτηση στην πράξη μεγάλης κλίμακας αναλύσεων δεδομένων, κάτι το οποίο μπορεί να συνεισφέρει στην εξοικονόμηση πολλών χρημάτων που δαπανώνται για αναποτελεσματικά φάρμακα και ιατρικές διαδικασίες. Οι αναλύσεις αυτές αφορούν μεγάλο όγκο πολύπλοκων δεδομένων που παράγονται από τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Υπάρχουν επίσης προκλήσεις για τα αυξανόμενα δεδομένα περί υγειονομικής περίθαλψης αλλά και την προστασία των προσωπικών δεδομένων.

Η πρωτοβάθμια υγειονομική περίθαλψη χρησιμεύει ως το πρώτο σημείο επαφής των ασθενών με το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης και αποτελεί συνεχές επίκεντρο βελτίωσης και ανάπτυξης. Έχει επίσης αναγνωριστεί ευρέως για την εστίασή της στη φροντίδα της μακροχρόνιας υγείας των ασθενών και όχι μόνο για τη θεραπεία ειδικών ασθενειών ή καταστάσεων. Ως εκ τούτου, η πρωτοβάθμια περίθαλψη συμβάλλει στην επίτευξη πιο δίκαιων αποτελεσμάτων υγείας σε όλους τους πληθυσμούς και καλύπτει το 80-90% των αναγκών υγείας των ατόμων καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Για το σκοπό αυτό, μια πρόσφατη ειδική έκθεση του Economist [19] δήλωσε ότι "η καλή πρωτοβάθμια περίθαλψη αποτελεί βασική προϋπόθεση για ένα αξιοπρεπές σύστημα υγείας". Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί σε όλον τον κόσμο εξειδικευμένες πλατφόρμες, που έχουν σαν σκοπό την ενίσχυση της πρωτοβάθμιας περίθαλψης, μέσω της ευκολότερης και αποτελεσματικότερης εύρεσης του κατάλληλου ιατρού για τον συγκεκριμένο ασθενή.

Η σχέση ασθενούς - ιατρού αποτελεί βασικό στοιχείο της υγειονομικής περίθαλψης. Κάθε φορά που ένας ασθενής συμβουλευτεί το ιατρό του, εμπλέκεται σε μια σχέση που καθορίζει άμεσα την ποιότητα της φροντίδας του και τελικά την ικανοποίηση του από τη θεραπεία.

Δύο κύριοι παράγοντες έχουν βρεθεί ότι συμβάλλουν στη διαδικασία με την οποία ενισχύονται οι σχέσεις ασθενούς – ιατρού. Ο πρώτος είναι η συνέχιση της φροντίδας του ασθενούς μέσω της επαφής με τον ίδιο ιατρό και δεύτερον η αίσθηση της εμπιστοσύνης μεταξύ του ασθενούς και του ιατρού (τόσο στην ικανότητα κατανόησης της κατάστασης του ασθενούς όσο και στη συνταγογράφηση της κατάλληλης θεραπείας, υπό την έννοια ότι ένας ασθενής θα τηρήσει και θα ακολουθήσει αυτή την πορεία θεραπείας).

Οι επαναλαμβανόμενες αλληλεπιδράσεις με τον ίδιο ιατρό επιτρέπουν στους ασθενείς να δημιουργούν πιο ασφαλείς προσδοκίες και θέτουν τα θεμέλια για μελλοντικές συνεχείς συνεργασίες.

Συνήθως, η συνέχιση της περίθαλψης μπορεί να μετρηθεί από τον αριθμό των διαδοχικών επισκέψεων ή της διαχρονικής διάρκειας της σχέσης. Παραδοσιακά, στο θέμα αυτό συναντάμε μια προκατάληψη από τους ασθενείς όσον αφορά την επιλογή και την «πίστη» τους, στους ιατρούς. Η προκατάληψη αυτή σχετίζεται με την εμπιστοσύνη των ασθενών στους οικογενειακούς ιατρούς. Αυτό αποτελεί πρόκληση για τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, που επιθυμούν να αναπτύξουν την εργασία τους και να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητά τους χρησιμοποιώντας αναλύσεις δεδομένων.

Μελετώντας την σχετική μελέτη «English national GP patient survey» [20], βλέπουμε ότι έχουν αποδειχθεί συγκεκριμένοι παράγοντες που επηρεάζουν την εμπιστοσύνη των ασθενών στους γιατρούς πρωτοβάθμιας περίθαλψης. Τέτοιοι παράγοντες είναι ιδιαίτερα τα δημογραφικά χαρακτηριστικά αλλά και διάφοροι ψυχοκοινωνικοί παράγοντες, όπως η αίσθηση ότι λαμβάνονται σοβαρά υπόψη ή συμμετέχουν σε αποφάσεις σχετικά με τη φροντίδα τους. Επιπλέον, οι ασθενείς στους οποίους δόθηκε

επιλογή σχετικά με ιατρούς πρωτοβάθμιας περίθαλψης, ήταν πιο πιθανό εν τέλει να τους εμπιστευτούν. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι η παροχή ενός καταλόγου προτεινόμενων ιατρών με βάση την προβλεπόμενη εμπιστοσύνη - εμπειρία γιατρού - ασθενούς, θα ενθάρρυνε τους ασθενείς να συνεργαστούν, οδηγώντας στη συνέχεια σε θετικότερες αποτελέσματα.

2.9. Ανάλυση των συστημάτων προτάσεων στον τομέα της υγείας

Όπως έχει αναλυθεί στα παραπάνω κεφάλαια, τα συστήματα προτάσεων είναι αλγόριθμοι που μέσω επεξεργασίας και φιλτραρίσματος πληροφοριών, επιδιώκουν να προβλέψουν την προτίμηση που έχει ένας χρήστης για ένα αντικείμενο ή μια υπηρεσία. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως για να συστήσουν προϊόντα, βιβλία, βίντεο ή άρθρα ειδήσεων στο διαδίκτυο.

Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι εφαρμογές των συστημάτων αυτών, περιλαμβάνουν τη βοήθεια στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την παροχή εξατομικευμένης περίθαλψης, προληπτικής και μη, τον εντοπισμό κατάλληλων ιατρών, καθώς και την υποστήριξη των ασθενών σε διαδικαστικά θέματα, όπως το κλείσιμο ραντεβού κ.α.

Σε γενικές γραμμές, οι πιο συνηθισμένοι τύποι συστημάτων που χρησιμοποιούνται στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης είναι οι εξής :

- Συστάσεις βάσει περιεχομένου (**CB : Content Based**), όπου διερευνώνται οι ομοιότητες μεταξύ των οντοτήτων για τις οποίες ένας χρήστης εξέφραζε προτίμηση στο παρελθόν.
- Συστάσεις βάσει «συνεργατικού» φιλτραρίσματος (**CF : Collaborative Filtering**), όπου διερευνώνται οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ιατρών και ασθενών. Πιο συγκεκριμένα, τα μοντέλα **CF** αναλύουν τις σχέσεις μεταξύ των χρηστών και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αντικειμένων, για τον προσδιορισμό της ομοιότητας των προτιμήσεων (μεταξύ των ατόμων). Το **Matrix Factorization (MF)** είναι μία από

τις πιο δημοφιλείς υλοποιήσεις φιλτραρίσματος, λόγω της επεκτασιμότητάς του και της ευελιξίας που διαθέτει. Ουσιαστικά, η μέθοδος MF χαρακτηρίζει τόσο χρήστες όσο και αντικείμενα βάσει των χαρακτηριστικών τους.

- Συστάσεις βάσει υβριδικής προσέγγισης. Οι υβριδικές προσεγγίσεις συνδυάζουν τις μεθόδους **CB** και **CF** για να ξεπεράσουν τους περιορισμούς και τις αδυναμίες που παρουσιάζουν.

Και στην περίπτωση των συστημάτων που αφορούν τον τομέα υγείας, οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται «μαθαίνουν» τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με τις προσφερόμενες υπηρεσίες, μέσω σαφών μηχανισμών ανάδρασης (feedback), όπως είναι οι βαθμολογίες ή οι αξιολογήσεις με τη μορφή σχολίων, ή ελλείπει αυτών, με σιωπηρή ανατροφοδότηση η οποία αποκαλύπτει τις προτιμήσεις των χρηστών μέσω παρατηρήσεων συμπεριφοράς (έμμεση ανατροφοδότηση).

Η έμμεση ανατροφοδότηση είναι πιο διαδεδομένη και πιο εύκολη στη συλλογή της από την ρητή ανατροφοδότηση, καθώς δεν απαιτεί ρητές πληροφορίες από τους χρήστες πέρα από τη δέσμευσή τους στο σύστημα. Στην περίπτωση των συστημάτων που αφορούν στον τομέα υγείας, η συχνότητα των διαβουλεύσεων - συναντήσεων των ασθενών με τους ιατρούς, αντανακλά έμμεσα τις απόψεις των ασθενών, άρα πέραν των ρητών αξιολογήσεων που ενδέχεται να καταχωρούν, συμπεραίνουμε την εμπιστοσύνη τους προς τους ιατρούς, η οποία συνεπάγεται πιθανότητα επανεξέτασης ή όχι.

Ωστόσο, μερικές αρχιτεκτονικές συστημάτων προτάσεων υποφέρουν από ορισμένες αξιοσημείωτες προκλήσεις, όπως είναι η λειτουργία τους με περιορισμένα δεδομένα (ελάχιστες ή και καθόλου πληροφορίες για να συναχθούν σχέσεις) και το πρόβλημα της ψυχρής εκκίνησης των συστάσεων σε νέους χρήστες, που δεν είχαν προηγούμενες αλληλεπιδράσεις με τα υπάρχοντα στοιχεία. Επιπλέον, και ιδιαίτερα στην υγειονομική περίθαλψη, **το απόρρητο των χρηστών πρέπει να προστατεύεται επαρκώς** χωρίς να διακυβεύεται η ποιότητα των συστάσεων. Έτσι, οι εφαρμογές συστάσεων σε τομείς που σχετίζονται με την υγεία, όπως η φαρμακευτική αγωγή, οι θεραπείες ή η κατανομή της πρωτοβάθμιας περίθαλψης, εξακολουθούν να βρίσκονται σε σχετικά όχι και τόσο

ανεπτυγμένο στάδιο, όσον αφορά την αξιοπιστία και την αποδοχή τους από το ευρύ κοινό, συγκρινόμενες πάντα με τις αντίστοιχες εφαρμογές άλλων πεδίων.

Από την προοπτική των ασθενών, τέτοια συστήματα πρέπει να παρέχουν εξηγήσιμες συστάσεις και να προστατεύουν τους χρήστες από τις ανεπαρκείς ή λανθασμένες προτάσεις, ώστε να δημιουργήσουν αίσθημα ασφάλειας, εμπιστοσύνης και αξιοπιστίας. Από την οπτική γωνία των επαγγελματιών του τομέα της υγείας, τα συστήματα αυτά πρέπει να παρέχουν κατάλληλες συστάσεις βάσει της γνώσης και της εμπειρίας τους. Γενικότερα, οι ασφαλιστικές εταιρείες και τα ινστιτούτα υγειονομικής περίθαλψης ενδιαφέρονται να βελτιώσουν τα ποσοστά των συστάσεων μέσω της έρευνας και να αξιοποιήσουν τα πιθανά οφέλη αυτών των συστημάτων συστάσεων.

Το δίκτυο της υγειονομικής περίθαλψης εξακολουθεί να χρειάζεται να αντιμετωπίσει τις διάφορες ανησυχίες προτού αναπτύξει και εφαρμόσει πλήρως τον μηχανισμό αναζήτησης προτάσεων ως ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής υγειονομικής υπηρεσίας, καθώς πέραν όλων των προαναφερόμενων, οι ασθενείς έχουν διαφορετικά επίπεδα δέσμευσης στο δίκτυο υγείας και η διαθεσιμότητα των πληροφοριών ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των ατόμων. Πρώτον, η πλειοψηφία των ασθενών δεν έχει προηγουμένως συμβουλευτεί τους οικογενειακούς τους ιατρούς, δεδομένου ότι η πρωτοβάθμια φροντίδα δεν είναι υποχρεωτική πριν από την πρόσβαση σε άλλες εξειδικευμένες υπηρεσίες. Θα ήταν δύσκολο για το δίκτυο να μάθει για τις προτιμήσεις του χωρίς δεδομένα σχετικά με προηγούμενες αλληλεπιδράσεις. Δεύτερον, οι ασθενείς που είχαν προηγουμένως συμβουλευθεί τον οικογενειακό τους ιατρό, αλλά επιθυμούν να τον αλλάξουν χρησιμοποιώντας το σύστημα, ενδέχεται να ενδιαφέρονται να μάθουν για τις προτιμήσεις άλλων ασθενών που έχουν επισκεφθεί τον ίδιο οικογενειακό ιατρό. Τέλος, ειδικές ομάδες ασθενών, όπως αυτοί με χρόνιες ασθένειες, χρειάζονται ιδιαίτερη φροντίδα και μπορούν να ωφεληθούν σημαντικά από την εξατομικευμένη πρωτοβάθμια φροντίδα. Το δίκτυο υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να εξετάσει το ενδεχόμενο ταυτοποίησης και αντιστοίχισης αυτών των ασθενών με συγκεκριμένους ιατρούς που έχουν

προηγούμενη εμπειρία, αντιμετωπίζοντας άλλους ασθενείς με τις ίδιες χρόνιες παθήσεις.

Προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα της υγειονομικής περίθαλψης, είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν δεδομένα ανάλυσης (big data) στην υγειονομική περίθαλψη. Τα δεδομένα που παράγονται από τον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης αυξάνονται καθημερινά. Μεγάλο σύστημα ανάλυσης δεδομένων βοηθά στην εκτέλεση προγνωστικών αναλύσεων. Αυτό βοηθά ώστε να ειδοποιηθεί ο ασθενής για τους κινδύνους της υγείας του πριν αυτοί εμφανισθούν. Υποστηρίζει επίσης τους γιατρούς να παρέχουν αποτελεσματικές θεραπείες στους ασθενείς τους, παρακολουθώντας την κατάσταση της υγείας τους σε πραγματικό χρόνο. Η διάγνωση μπορεί να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο, χρησιμοποιώντας συστάσεις ειδικών από ιατρικά φόρουμ. Η προσαρμοσμένη θεραπεία μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια μεγάλων αναλυτικών στοιχείων, τα οποία βοηθούν στη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης. Βοηθά επίσης να ειδοποιηθεί η εκάστοτε κυβέρνηση για επερχόμενες επιδημίες ή εποχικές ασθένειες, που μπορεί να εμφανισθούν για παράδειγμα σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία εξαιτίας της αλλαγής στην καιρική κατάσταση.

2.10. Δημιουργία προφίλ χρηστών (User profiling)

Η δημιουργία των ποιοτικών προφίλ των χρηστών αποτελεί το επίκεντρο των ερευνητικών διεργασιών. Με βάση την ανάλυση συμπεριφορών, κοινωνικό-οικονομικών και δημογραφικών δεδομένων, είναι δυνατόν να κατανοηθεί η συμπεριφορά των χρηστών. Η διαδικασία επιλογής και σύστασης του κατάλληλου ιατρού από ένα σύστημα, μπορεί να είναι πολύπλοκη, μεταξύ άλλων, όσον αφορά την προσωπικότητα και τους παράγοντες που σχετίζονται με τη διάθεση, τα ζητήματα ποιότητας των υπηρεσιών καθώς και το Word-Of-Mouth (WOM). Οι πελάτες συχνά εκφράζουν την εμπειρία τους δημοσιεύοντας τις κριτικές τους. Η ανάλυση των αξιολογήσεων και των συναισθημάτων τους παρέχει τα μέσα για τη συλλογή και τη

μοντελοποίηση των προτιμήσεων, των συναισθημάτων και των συμπεριφορών τους, διευρύνοντας έτσι τον διαχωρισμό της αγοράς, κατηγοριοποιώντας χρήστες με παρόμοιες ανάγκες και κίνητρα και προβλέποντας με μεγαλύτερη ακρίβεια την συμπεριφορά και την επιλογή τους.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες προσεγγίσεις για τη δημιουργία μοντέλων – προφίλ χρηστών. Ένας τρόπος είναι η κατασκευή του προφίλ του χρήστη αναλύοντας τα στοιχεία που έχουν επισκεφτεί οι χρήστες στον διαδικτυο. Η ανάλυση των στοιχείων παρέχει μια λίστα με τα ενδιαφέροντα των χρηστών, τα οποία στη συνέχεια ομαδοποιούνται βάσει της ομοιότητάς τους. Υποστηρίζεται ότι υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες πληροφοριών που πρέπει να διευκρινιστούν όταν επιχειρείται η κατανόηση των συμφερόντων των χρηστών :

- Η γενική κατηγορία πληροφοριών, που αναφέρεται σε προσωπικά χαρακτηριστικά, όπως όνομα, στοιχεία επικοινωνίας, δημογραφικά στοιχεία του χρήστη κλπ.
- Η κατηγορία συμβάντων, που αντιπροσωπεύει τις δραστηριότητες του χρήστη.
- Η κατηγορία προτιμήσεων, που αναφέρεται στα συμφέροντα του χρήστη.
- Η κατηγορία κοινωνικού δικτύου, που εξηγεί τις συνδέσεις και τις αλληλεπιδράσεις του χρήστη με άλλους χρήστες.

Υποστηρίζεται ότι οι τεχνικές φιλτραρίσματος (filtering) και ομαδοποίησης (clustering), είναι πολύ χρήσιμες για τη μείωση του αριθμού των εννοιών που υπάρχουν στον ιστό ώστε να χρησιμοποιηθούν στη διαμόρφωση των προφίλ χρηστών. Ωστόσο, υποστηρίζεται ότι αυτές οι τεχνικές δεν έχουν αποτελεσματικότητα επειδή παράγουν την ίδια δομή συμφερόντων για χρήστες με διαφορετικές ανάγκες. Οι έρευνες δείχνουν ότι ενώ πολλά συστήματα παράγουν και χρησιμοποιούν προφίλ χρηστών, π.χ. στην εξατομίκευση ιστοσελίδων, δεν υπάρχει σαφής διαδικασία για την εξαγωγή των συμφερόντων των χρηστών.

Η παρούσα διερευνητική μελέτη ασχολείται με την ανάγκη διερεύνησης εναλλακτικών τρόπων ανάπτυξης ποιοτικών προφίλ – μοντέλων χρηστών και προτείνει την ανάλυση

των δεικτών **TF-IDF** με τη μεθοδολογία **Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis (FsQCA)**.

2.11. Η μέθοδος Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis

Η ποιοτική συγκριτική ανάλυση ασαφών συνόλων (FsQCA : Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis) είναι μια μέθοδος κοινωνικής επιστήμης που αναπτύχθηκε για να συνδυάσει την ανάλυση κατά περίπτωση (case-oriented) και κατά μεταβλητή (variable-oriented). Ξεκίνησε με τη δημιουργία ποιοτικής συγκριτικής ανάλυσης, ενώ αργότερα αναπτύχθηκε εφαρμόζοντας θεωρία ασαφών συνόλων. Παρόλο που η ασαφής προσέγγιση εξακολουθεί να θεωρείται ότι βρίσκεται σε εξέλιξη, έχει ήδη θεωρηθεί ως χρήσιμη μεθοδολογία μεταξύ των κοινωνικών επιστημών. Επιπλέον, ο αριθμός των ερευνητών μεταξύ των κλάδων που χρησιμοποιούν αυτή τη μεθοδολογία αυξάνεται σταθερά.

Η μέθοδος FsQCA αναγνωρίζει τους περιορισμούς της έρευνας κατά περίπτωση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι ερευνητές ξεκινούν την έρευνα κατά περίπτωση που βασίζεται σε θεωρητικές έννοιες και στη συνέχεια επιλέγουν περιπτώσεις για να βελτιώσουν και να επεξεργαστούν αυτές τις έννοιες. Στην μέθοδο FsQCA, η βαθμολόγηση γίνεται επιστημονικά χρησιμοποιώντας όμως εμπειρικά στοιχεία. Ταυτόχρονα, ενσωματώνεται μια θεωρητική προσέγγιση για την αύξηση της σύνδεσης μεταξύ θεωριών και μεθοδολογιών. Με άλλα λόγια, η έρευνα κατά περίπτωση αποκτά μερικά από τα χαρακτηριστικά της έρευνας η οποία είναι προσανατολισμένη στις μεταβλητές (variable-oriented) μέσω της βαθμονόμησης, καθώς και τη διατήρηση των δικών της χαρακτηριστικών με τη χρήση της θεωρίας των συνόλων. Το πρώτο κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου FsQCA είναι οι βαθμοί ελευθερίας, ενώ ο θεμελιώδης στόχος της συγκριτικής ανάλυσης των περιπτώσεων είναι η διαστασιολογική μελέτη τους.

Όπως έχει επισημανθεί στα αρχικά κεφάλαια, στόχος της εργασίας είναι να προσδιορίσει τους αιτιώδεις (causal) συνδυασμούς που είναι απαραίτητοι και επαρκείς για την μοντελοποίηση των ενδιαφερόντων των χρηστών, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για στοχευμένες συστάσεις από ένα ανάλογο σύστημα.

Η παρακάτω μελέτη χρησιμοποιεί τη μέθοδο FsQCA (Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis) για να αναλύσει τους δείκτες TF (term frequency) και IDF (inverse document frequency) και να παράγει συνδυασμούς που οδηγούν σε ένα βέλτιστο αποτέλεσμα. Η μέθοδος FsQCA είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη διερεύνηση αλληλεπικαλυπτόμενων σχέσεων μεταξύ πολλαπλών παραγόντων που επηρεάζουν μια εξαρτημένη μεταβλητή ή συμβάλλουν στην πραγματοποίηση ορισμένων αποτελεσμάτων. Η μέθοδος FsQCA αναλύει τα σύνολα σχέσεων μεταξύ αιτιών. Στην μέθοδο FsQCA, οι μεταβλητές διαμορφώνονται ως σύνολα.

Τα μοντέλα FsQCA επιτρέπουν μια λεπτομερή ανάλυση του τρόπου με τον οποίο συνδυάζονται οι εναλλακτικές συνθήκες των αιτιών και συμβάλλουν στην επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων σχετικά με τα αποτελέσματά τους. Η μέθοδος FsQCA μπορεί να ανιχνεύσει πολλαπλές διαδρομές, δηλαδή εναλλακτικούς συνδυασμούς, που μπορούν να οδηγήσουν σε υψηλής αξία αποτέλεσμα.

Συνοπτικά, η μέθοδος FsQCA είναι μια μεθοδολογία που στοχεύει να συμπεριλάβει τα πλεονεκτήματα τόσο των **ποιοτικών** όσο και των **ποσοτικών** αναλύσεων. Όταν εκτελείται ορθά, μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ αυτών των δύο μεθοδολογιών. Ωστόσο, είναι πρωταρχικής σημασίας για τους ερευνητές να έχουν σταθερή αντίληψη για τις μοναδικές λειτουργίες της μεθόδου και να τις εφαρμόζουν στην έρευνα κατάλληλα.

2.12. Τα ασαφή σύνολα (Fuzzy Sets)

Στα μαθηματικά, τα ασαφή σύνολα (γνωστά και ως αβέβαια σύνολα) διατυπώνονται σαν σύνολα των οποίων τα στοιχεία έχουν βαθμούς συμμετοχής ή ένταξης (degrees of membership). Στην κλασική θεωρία των συνόλων, οι βαθμοί συμμετοχής σε ένα σύνολο αξιολογούνται σε δυαδικούς όρους, σύμφωνα με μια δισθενή συνθήκη, πχ $[0, 1]$. Δηλαδή ένα στοιχείο είτε ανήκει είτε δεν ανήκει στο σύνολο. Αντίθετα, η θεωρία ασαφών συνόλων επιτρέπει τη σταδιακή αξιολόγηση της συμμετοχής των στοιχείων σε ένα σύνολο. Αυτό περιγράφεται με τη βοήθεια μιας συνάρτησης μέλους (membership function) που αποτιμάται στο πραγματικό διάστημα μονάδων $[0, 1]$ ή σε αντίστοιχη. Τα ασαφή σύνολα διευρύνουν τα κλασικά σύνολα, δεδομένου ότι οι χαρακτηριστικές συναρτήσεις των κλασικών συνόλων είναι ειδικές περιπτώσεις των συναρτήσεων των ασαφών συνόλων, εάν οι τελευταίες λαμβάνουν μόνο τιμές 0 ή 1. Στη θεωρία ασαφών συνόλων, τα κλασικά δισθενή σύνολα ονομάζονται συνήθως «crisp sets». Η θεωρία ασαφών συνόλων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα τομέων όπου οι πληροφορίες είναι ελλιπείς ή ανακριβείς.

Από πολλές απόψεις, τα ασαφή σύνολα είναι ταυτόχρονα ποιοτικά και ποσοτικά, διότι ενσωματώνουν και τα δύο είδη διακρίσεων στη βαθμονόμηση του βαθμού συμμετοχής. Έτσι, τα ασαφή σύνολα έχουν πολλές από τις αρετές των συμβατικών μεταβλητών κλίμακας διαστήματος, ιδιαίτερα την ικανότητά τους να κάνουν λεπτούς διαχωρισμούς, αλλά ταυτόχρονα επιτρέπουν τις θεωρητικές λειτουργίες. Τέτοιες λειτουργίες είναι εκτός του πλαισίου της συμβατικής μεταβλητής προσανατολισμένης ανάλυσης.

2.13. Τα βήματα της μεθόδου FsQCA

Τα βήματα της μεθοδολογίας **FsQCA** που θα ακολουθηθούν παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Επιλογή των κατάλληλων δεδομένων από τη συνεργαζόμενη ιστοσελίδα (u_i).
2. Αναγνώριση των όρων (terms) που θα αποτελέσουν τους αιτιώδεις συνδυασμούς (causal combinations) και καθορισμός του στοιχείου που θα αντιπροσωπεύει το αποτέλεσμα.
3. Υπολογισμός του δείκτη εμφάνισης συχνότητας του κάθε όρου TF (term frequency).
4. Υπολογισμός του δείκτη IDF (inverse document frequency).
5. Υπολογισμός της βαρύτητας του κάθε όρου (t_k) με τον παρακάτω τύπο :

$$W_{ik} = TF_{ik} * \log\left(\frac{N_i}{d_{ik}}\right), \quad (1)$$

Όπου :

W_{ik} , είναι η βαρύτητα του όρου (t_k),

TF_{ik} , είναι η συχνότητα εμφάνισης του όρου (t_k),

N_i , είναι το σύνολο των δεδομένων που καταχωρήθηκαν από τον χρήστη (u_i)

d_{ik} , είναι ο αριθμός των δεδομένων που περιέχουν τον όρο (t_k).

6. Εφαρμογή της μεθοδολογίας FsQCA και δημιουργία των συνδυασμών ενδιαφέροντος των χρηστών (User Interests causal combinations).

α. Δημιουργία πίνακα αληθείας για όλες τις πιθανές μεταβολές των όρων που εξετάζονται. Κάθε μετάθεση είναι ένας πιθανός συνδυασμός αιτίου (causal combination).

β. Υπολογισμός βαθμών μέλους (membership degrees) για κάθε συνδυασμό. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται βάσει της θεωρίας των ασαφών συνόλων. Αν υποθέσουμε δύο ασαφή σύνολα \tilde{A} και \tilde{B} , τότε :

$$\text{Η ασαφής ένωση, ορίζεται ως } \mu_{(A \cup B)} = \max(\mu_A, \mu_B), \quad (2)$$

$$\text{Η ασαφής τομή ορίζεται ως } \mu_{(A \cap B)} = \min(\mu_A, \mu_B), \quad (3)$$

$$\text{και το ασαφές συμπλήρωμα υπολογίζεται ως } \mu_{\neg A} = 1 - \mu_A, \quad (4)$$

7. Υπολογισμός της συνοχής (*consistency*) και της κάλυψης (*coverage*) των υπολογισμών χρησιμοποιώντας τους τύπους (2) και (3) αντίστοιχα.

$$\text{Consistency}(X \prec Y) = \frac{\sum \min(X, Y)}{\sum X} \quad (5)$$

$$\text{Coverage} = \frac{\sum \min(X, Y)}{\sum Y} \quad (6)$$

όπου (X) είναι ο βαθμός ένταξης κάθε αιτιώδους συνδυασμού (membership degree of each causal combination) και (Y) ο βαθμός συμμετοχής του αποτελέσματος (membership degree of the outcome set).

8. Προσδιορισμός των καλύτερων συνδυασμών επιλέγοντας τους συνδυασμούς που παρουσιάζουν σταθερό ρυθμό πάνω από ένα όριο (ορίζεται κατά περίπτωση) και την υψηλότερη δυνατή κάλυψη. Απλοποίηση λύσεων στο τελικό σύνολο των αιτιακών συνδυασμών (causal combinations).

Οι τελικοί συνδυασμοί υποδεικνύουν τις υπηρεσίες με τις οι πελάτες είναι πιο ικανοποιημένοι και τις θεωρούν τις πιο σημαντικές.

Κεφάλαιο 3

3.1. Εισαγωγή στην ανάλυση των δεδομένων

Όπως έχει αναφερθεί και στην εισαγωγή, τα στοιχεία της ανάλυσης που θα ακολουθήσει, συλλέγονται από κριτικές πελατών - ασθενών που δημοσιεύονται στην ιστοσελίδα – ηλεκτρονική πλατφόρμα της συνεργαζόμενης εταιρίας και αφορούν τις παρεχόμενες ιατρικές υπηρεσίες από ιδιώτες ιατρούς – συνεργάτες της πλατφόρμας.

Οι αιτιώδεις συνδυασμοί (causal combinations) που θα αναλυθούν, σχετίζονται με τις παρεχόμενες ιατρικές υπηρεσίες, όπως η αποτελεσματικότητα της παρεχόμενης ιατρικής υπηρεσίας, η εμφάνιση και η κατάσταση του ιατρού, κ.τ.λ. Οι ακριβείς όροι θα παρουσιασθούν παρακάτω.

Το αποτέλεσμα που θα παρουσιασθεί στο τέλος της ανάλυσης, αντιπροσωπεύεται από τον βαθμό ικανοποίησης, που προκύπτει από επιμέρους αξιολογήσεις τις οποίες καταχωρεί ο πελάτης μετά το πέρας της συνεδρίας του με τον ιατρό. Ως βαθμός ικανοποίησης ορίζεται η τελική βαθμολογία που υπολογίζει η ιστοσελίδα και προκύπτει συγκεκριμένα, από πέντε προκαθορισμένους από την ιστοσελίδα παράγοντες, τους οποίους αξιολογεί ο ασθενής βάσει της εμπειρίας του από τις παρεχόμενες υπηρεσίες. Μπορούν σαφώς να ληφθούν υπόψη και άλλα σύνολα αποτελεσμάτων, όμως η παρούσα ανάλυση στοχεύει στον εντοπισμό των συνδυασμών εκείνων των υπηρεσιών που προσφέρονται στον πελάτη, οι οποίες τον καθιστούν ικανοποιημένο από το σύνολο της εμπειρίας του.

Ένα παράδειγμα του σχετικού με τις αξιολογήσεις τμήματος της ιστοσελίδας, ακολουθεί στην παρακάτω σελίδα. Στην απεικόνιση αυτή, διακρίνονται οι πέντε παράγοντες τους οποίους βαθμολογεί ο κάθε χρήστης, οι οποίοι τελεί καθορίζουν το αποτέλεσμα της συνεδρίας σε επίπεδο ικανοποίησης.



Σχήμα 4 : απεικόνιση τμήματος αξιολογήσεων της πλατφόρμας

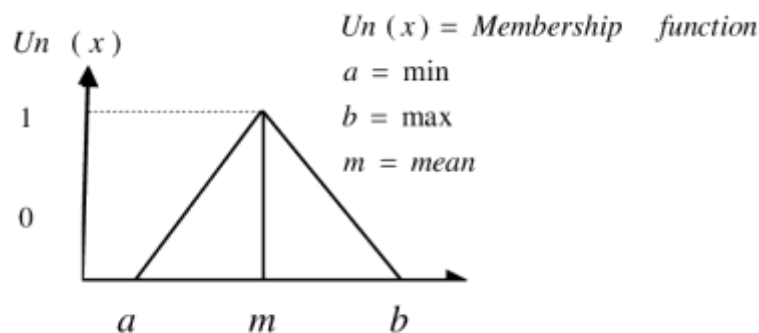
3.2. Ανάλυση δεδομένων

Για την συγκεκριμένη ανάλυση, εξετάσθηκαν κριτικές και βαθμολογίες που συγκεντρώθηκαν από τυχαίο δείγμα πενήντα (50) πελατών – ασθενών της ιστοσελίδας, κατά το έτος 2018. Στη συνέχεια, για τους σκοπούς της μελέτης επιλέχθηκαν πέντε (5) κρίσιμοι κατά τους υπεύθυνους της ιστοσελίδας όροι, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τις υπηρεσίες των ιατρών που συνεργάζονται με αυτήν. Το αποτέλεσμα είναι ο βαθμός ικανοποίησης των ασθενών, και εκφράζεται ως τριγωνικός ασαφής αριθμός (TFN : triangular fuzzy number).

Σύμφωνα με τη θεωρία των ασαφών συνόλων, η συνάρτηση μέλους (membership function) $f_A(x)$ του TFN $\tilde{A}(a, m, b)$ υπολογίζεται ως εξής :

$$f_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{m-a} & , \quad a \leq x \leq m, \quad m \neq a \\ \frac{x-b}{m-b} & , \quad m \leq x \leq b, \quad m \neq b \\ 0 & , \quad otherwise \end{cases} \quad (7)$$

Όπου a, m, b είναι πραγματικοί αριθμοί και απεικονίζονται στην τριγωνική συνάρτηση μέλους ως εξής :



Σχήμα 5. Τριγωνική συνάρτηση ή συνάρτηση μέλους (membership function)

Τα εύρη και οι κλίμακες που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μελέτη για να εκφράσουν τον **βαθμό ικανοποίησης των πελατών (Υ)**, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 1.

Linguistic scale	a	m	b	Triangular fuzzy scale	Mean of fuzzy numbers
Πολύ υψηλή	8.0	9.0	10.0	(0.75, 1.00, 1.00)	1.00
Υψηλή	5.5	7.0	8.5	(0.50, 0.75, 1.00)	0.75
Μέτρια	3.0	4.5	6.0	(0.25, 0.50, 0.75)	0.50
Χαμηλή	1.5	2.5	3.5	(0.00, 0.25, 0.50)	0.25
Πολύ χαμηλή	0.0	1.0	2.0	(0.00, 0.05, 0.25)	0.05

Πίνακας 1. Κλίμακες βαθμολογίας – ικανοποίησης πελατών TFNs (triangular fuzzy numbers)

Οι κλίμακες αντιπροσωπεύουν το βαθμό στον οποίο ένας πελάτης - ασθενής συμπεριλαμβάνεται στο σύνολο εκείνων που είναι ικανοποιημένοι ή όχι, αναλόγως την τελική βαθμολογία που έχει καταχωρήσει για τον ιατρό που επισκέυθηκε μέσω της πλατφόρμας.

Οι πέντε (5) όροι που επιλέχθηκαν για ανάλυση απο τους υπεύθυνους της ιστοσελίδας έχουν ως εξής :

1. Προσιτός / προσιτή (αναφέρεται στον / στην ιατρό)
2. Φιλικός / φιλική (αναφέρεται στον / στην ιατρό)
3. Εμπιστοσύνη (αναφέρεται στην εμπιστοσύνη που εμπνέει ο/η ιατρός)
4. Καταρτισμένος / καταρτισμένη (αναφέρεται στον / στην ιατρό)
5. Επεξηγηματικός / επεξηγηματική (αναφέρεται στον / στην ιατρό)

Σύμφωνα με τους υπεύθυνους της ιστοσελίδας, οι παραπάνω όροι φαίνεται ότι αποτελούν τα βασικά στοιχεία που αξιολογεί το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών – ασθενών ως προς τις παρεχόμενες υπηρεσίες, καθώς και ότι συμβάλλουν στην τελική αξιολόγηση.

Οι δείκτες **TF** (term frequency) και **IDF** (inverse document frequency) υπολογίζονται χρησιμοποιώντας το λογισμικό KNIME για όλο το εξεταζόμενο δείγμα κριτικών που δημοσιεύθηκε από τον κάθε χρήστη (u_i).

Δείκτες TF (term frequency)

n	ID Ασθενούς	Προσιτός	Εμπιστοσύνη	Φιλικός	Καταρτισμένος	Επεξηγηματικός
1	530823	0.0345	0.1034	0.0345	0.0345	0.0000
2	1048	0.0769	0.1538	0.0769	0.0000	0.0769
3	1375	0.1429	0.0000	0.1429	0.1429	0.1429
4	1102	0.0000	0.1667	0.1667	0.0000	0.0000
5	1528	0.0000	0.0833	0.0417	0.0417	0.0417
6	353073	0.0000	0.0000	0.0909	0.0909	0.0909
7	472171	0.0000	0.0000	0.1429	0.1429	0.2857
8	472320	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0938
9	472799	0.1000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000
10	474125	0.0000	0.1000	0.1000	0.0000	0.1000
11	474217	0.1000	0.0000	0.0000	0.1000	0.2000
12	474793	0.0357	0.0714	0.0714	0.0357	0.0357
13	481276	0.0000	0.1538	0.0769	0.0769	0.0769
14	481500	0.0455	0.0000	0.0000	0.0455	0.0909
15	484825	0.0000	0.0000	0.0909	0.0909	0.1818
16	485194	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2000
17	486272	0.0000	0.0000	0.1429	0.4286	0.0000
18	486893	0.0500	0.1000	0.0500	0.0500	0.0500
19	489027	0.2000	0.0000	0.0000	0.2000	0.2000
20	7851	0.0000	0.2500	0.1250	0.2500	0.0000
21	63718	0.0000	0.0909	0.0455	0.1364	0.0909
22	64808	0.0588	0.0294	0.0294	0.0000	0.0000

23	492582	0.0238	0.0476	0.0714	0.0238	0.0000
24	498295	0.0385	0.0000	0.0385	0.0385	0.0385
25	501869	0.0000	0.0405	0.0270	0.0135	0.0270
26	514697	0.0145	0.0435	0.0290	0.0145	0.0000
27	504063	0.0600	0.0000	0.0600	0.0400	0.0000
28	385373	0.0313	0.0000	0.0000	0.0313	0.0625
29	295698	0.0444	0.0667	0.0222	0.0000	0.0444
30	235265	0.0556	0.0000	0.0000	0.0556	0.1667
31	135531	0.0294	0.0882	0.0000	0.0000	0.0588
32	86878	0.0286	0.0000	0.0571	0.0571	0.0286
33	31069	0.0000	0.0833	0.0000	0.0833	0.0000
34	8290	0.1500	0.0500	0.0000	0.0500	0.1000
35	84137	0.0200	0.0400	0.0200	0.0200	0.0400
36	35825	0.0000	0.0833	0.0417	0.1250	0.1250
37	405795	0.0227	0.0227	0.0227	0.0455	0.0682
38	282072	0.0952	0.0952	0.0000	0.0000	0.0476
39	502627	0.0000	0.0870	0.0000	0.0435	0.0000
40	58168	0.2500	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000
41	97013	0.0455	0.0909	0.0909	0.0455	0.1364
42	124268	0.0000	0.0909	0.0909	0.0455	0.1364
43	240249	0.0435	0.0870	0.0000	0.1304	0.1304
44	468393	0.0000	0.0667	0.0667	0.0333	0.0000
45	413496	0.0400	0.1200	0.0000	0.0000	0.1200
46	471476	0.0000	0.0588	0.0882	0.0588	0.0000
47	472916	0.0455	0.1364	0.0909	0.0000	0.0909
48	473366	0.0250	0.0250	0.0500	0.0000	0.0500
49	10260	0.0000	0.0588	0.0588	0.0588	0.1176
50	503030	0.0000	0.0500	0.1000	0.1500	0.0000

Πίνακας 2. Δείκτες TF (term frequency)

Λόγω του ότι επιθυμούμε να σταθμίσουμε ξεχωριστά την άποψη του κάθε χρήστη – ασθενή μέσα στο σύνολο των εξεταζόμενων αξιολογήσεων ($N_i = 50$), υπολογίζουμε τον δείκτη **IDF** συγκεντρωτικά για κάθε έναν από τους επιλεχθέντες όρους :

Δείκτες IDF (inverse Document Frequency)					
	Προσιτός	Εμπιστοσύνη	Φιλικός	Καταρτισμένος	Επεξηγηματικός
N_i	50	50	50	50	50
dtk	31	35	35	38	35
N_i/dtk	1.6129	1.4286	1.4286	1.3158	1.4286
IDF	0.2076	0.1549	0.1549	0.1192	0.1549

Πίνακας 3. Δείκτες IDF (inverse document frequency)

Βάσει των δεικτών **TF** και **IDF** που παρουσιάστηκαν παραπάνω, υπολογίζεται ο συντελεστής βαρύτητας W_{tk} του κάθε όρου ανά αξιολόγηση (σχέση (1)) :

$$\text{Συντελεστές βαρύτητας } W_{tk} = TF \times IDF \text{ (x100)}$$

n	ID Ασθενούς	Προσιτός	Εμπιστοσύνη	Φιλικός	Καταρτισμένος	Επεξηγηματικός
1	530823	0.7159	1.6024	0.5341	0.4110	0.0000
2	1048	1.5970	2.3831	1.1916	0.0000	1.1916
3	1375	2.9658	0.0000	2.2129	1.7027	2.2129
4	1102	0.0000	2.5817	2.5817	0.0000	0.0000
5	1528	0.0000	1.2908	0.6454	0.4966	0.6454
6	353073	0.0000	0.0000	1.4082	1.0835	1.4082
7	472171	0.0000	0.0000	2.2129	1.7027	4.4258
8	472320	0.6488	0.4841	0.4841	0.3725	1.4522
9	472799	2.0761	3.0980	0.0000	0.0000	0.0000
10	474125	0.0000	1.5490	1.5490	0.0000	1.5490
11	474217	2.0761	0.0000	0.0000	1.1919	3.0980
12	474793	0.7415	1.1064	1.1064	0.4257	0.5532
13	481276	0.0000	2.3831	1.1916	0.9168	1.1916
14	481500	0.9437	0.0000	0.0000	0.5418	1.4082
15	484825	0.0000	0.0000	1.4082	1.0835	2.8164
16	485194	4.1522	0.0000	0.0000	0.0000	3.0980
17	486272	0.0000	0.0000	2.2129	5.1080	0.0000

18	486893	1.0380	1.5490	0.7745	0.5959	0.7745
19	489027	4.1522	0.0000	0.0000	2.3837	3.0980
20	7851	0.0000	3.8725	1.9363	2.9797	0.0000
21	63718	0.0000	1.4082	0.7041	1.6253	1.4082
22	64808	1.2212	0.4556	0.4556	0.0000	0.0000
23	492582	0.4943	0.7376	1.1064	0.2838	0.0000
24	498295	0.7985	0.0000	0.5958	0.4584	0.5958
25	501869	0.0000	0.6280	0.4187	0.1611	0.4187
26	514697	0.3009	0.6735	0.4490	0.1727	0.0000
27	504063	1.2456	0.0000	0.9294	0.4767	0.0000
28	385373	0.6488	0.0000	0.0000	0.3725	0.9681
29	295698	0.9227	1.0327	0.3442	0.0000	0.6885
30	235265	1.1534	0.0000	0.0000	0.6621	2.5817
31	135531	0.6106	1.3668	0.0000	0.0000	0.9112
32	86878	0.5932	0.0000	0.8852	0.6811	0.4426
33	31069	0.0000	1.2908	0.0000	0.9932	0.0000
34	8290	3.1141	0.7745	0.0000	0.5959	1.5490
35	84137	0.4152	0.6196	0.3098	0.2384	0.6196
36	35825	0.0000	1.2908	0.6454	1.4898	1.9363
37	405795	0.4718	0.3520	0.3520	0.5418	1.0561
38	282072	1.9772	1.4753	0.0000	0.0000	0.7376
39	502627	0.0000	1.3470	0.0000	0.5182	0.0000
40	58168	5.1902	0.0000	0.0000	5.9593	0.0000
41	97013	0.9437	1.4082	1.4082	0.5418	2.1123
42	124268	0.0000	1.4082	1.4082	0.5418	2.1123
43	240249	0.9026	1.3470	0.0000	1.5546	2.0205
44	468393	0.0000	1.0327	1.0327	0.3973	0.0000
45	413496	0.8304	1.8588	0.0000	0.0000	1.8588
46	471476	0.0000	0.9112	1.3668	0.7011	0.0000
47	472916	0.9437	2.1123	1.4082	0.0000	1.4082
48	473366	0.5190	0.3873	0.7745	0.0000	0.7745
49	10260	0.0000	0.9112	0.9112	0.7011	1.8224
50	503030	0.0000	0.7745	1.5490	1.7878	0.0000

Πίνακας 4. Συντελεστές βαρύτητας

Για να μετασχηματισθούν οι παραπάνω συντελεστές βαρύτητας W_{ik} ως τριγωνικοί ασαφείς αριθμοί (triangular fuzzy numbers), γίνεται χρήση του παρακάτω πίνακα βαθμονόμησης (πίνακας 5) :

Linguistic scale	a	m	b	Triangular fuzzy scale	Mean of fuzzy numbers
Πολύ υψηλή	4.250	5.1250	6.000	(0.80, 1.00, 1.00)	1.00
Υψηλή	3.250	3.8750	4.500	(0.75, 0.85, 0.95)	0.85
Σχετικά υψηλή	1.750	2.6250	3.500	(0.50, 0.70, 0.90)	0.70
Μέτρια	0.750	1.3750	2.000	(0.30, 0.50, 0.70)	0.50
Χαμηλή	0.400	0.7000	1.000	(0.10, 0.25, 0.40)	0.25
Πολύ χαμηλή	0.200	0.3500	0.500	(0.00, 0.10, 0.20)	0.10
Μηδαμινή	0.000	0.1250	0.250	(0.00, 0.01, 0.02)	0.01

Πίνακας 5. Κλίμακες συντελεστών βαρύτητας & TFNs (triangular fuzzy numbers)

Συνεπώς, βάσει του παραπάνω πίνακα 5 και με εφαρμογή της συνάρτησης «membership function» $f_A(x)$, οι συντελεστές βαρύτητας μετασχηματίζονται (fuzzified) σε διάστημα [0 – 1] ως εξής :

		TFNs									
		Προσιτός		Εμπιστοσύνη		Φιλικός		Καταρτισμένος		Επεξηγηματικός	
n	ID	$f_A(x)$		$f_A(x)$		$f_A(x)$		$f_A(x)$		$f_A(x)$	
	Ασθενούς	max	TFN	max	TFN	max	TFN	max	TFN	max	TFN
1	530823	0.9470	0.10	0.6361	0.25	0.4471	0.25	0.5934	0.01	0.0000	0.01
2	1048	0.6448	0.50	0.7236	0.70	0.7065	0.50	0.0000	0.01	0.7065	0.50
3	1375	0.6105	0.70	0.0000	0.01	0.5290	0.70	0.4757	0.50	0.5290	0.70
4	1102	0.0000	0.01	0.9505	0.70	0.9505	0.70	0.0000	0.01	0.0000	0.01
5	1528	0.0000	0.01	0.8654	0.50	0.8181	0.25	0.3220	0.25	0.8181	0.25
6	353073	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.9469	0.50	0.5336	0.50	0.9469	0.50
7	472171	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.5290	0.70	0.4757	0.50	0.2009	1.00
8	472320	0.8293	0.25	0.2802	0.25	0.2802	0.25	0.8503	0.10	0.8765	0.50
9	472799	0.3727	0.70	0.4594	0.70	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.0000	0.01

10	474125	0.0000	0.01	0.7216	0.50	0.7216	0.50	0.0000	0.01	0.7216	0.50
11	474217	0.3727	0.70	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.7070	0.50	0.4594	0.70
12	474793	0.8618	0.25	0.5703	0.50	0.5703	0.50	0.4956	0.10	0.5107	0.25
13	481276	0.0000	0.01	0.7236	0.70	0.7065	0.50	0.2773	0.25	0.7065	0.50
14	481500	0.3099	0.50	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.4725	0.25	0.9469	0.50
15	484825	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.9469	0.50	0.5336	0.50	0.7813	0.70
16	485194	0.5565	0.85	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.4594	0.70
17	486272	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.5290	0.70	0.9806	1.00	0.0000	0.01
18	486893	0.4609	0.50	0.7216	0.50	0.7516	0.25	0.6531	0.25	0.7516	0.25
19	489027	0.5565	0.85	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.7243	0.70	0.4594	0.70
20	7851	0.0000	0.01	0.9961	0.85	0.2129	0.70	0.5947	0.70	0.0000	0.01
21	63718	0.0000	0.01	0.9469	0.50	0.9863	0.25	0.5996	0.50	0.9469	0.50
22	64808	0.7540	0.50	0.2960	0.10	0.2960	0.10	0.0000	0.01	0.0000	0.01
23	492582	0.3144	0.25	0.8746	0.25	0.5703	0.50	0.5585	0.10	0.0000	0.01
24	498295	0.6717	0.25	0.0000	0.01	0.6526	0.25	0.2773	0.10	0.6526	0.25
25	501869	0.0000	0.01	0.7599	0.25	0.5423	0.10	0.7115	0.01	0.5423	0.10
26	514697	0.6725	0.10	0.9116	0.25	0.3401	0.10	0.6181	0.01	0.0000	0.01
27	504063	0.7930	0.50	0.0000	0.01	0.2871	0.50	0.2558	0.25	0.0000	0.01
28	385373	0.8293	0.25	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.8503	0.10	0.3490	0.50
29	295698	0.2763	0.50	0.4523	0.50	0.9615	0.10	0.0000	0.01	0.9615	0.25
30	235265	0.6454	0.50	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.8738	0.25	0.9505	0.70
31	135531	0.7020	0.25	0.9869	0.50	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.2960	0.25
32	86878	0.6439	0.25	0.0000	0.01	0.3828	0.25	0.9369	0.25	0.3828	0.10
33	31069	0.0000	0.01	0.8654	0.50	0.0000	0.01	0.3892	0.50	0.0000	0.01
34	8290	0.4410	0.70	0.7516	0.25	0.0000	0.01	0.6531	0.25	0.7216	0.50
35	84137	0.5652	0.10	0.7320	0.25	0.7320	0.10	0.2558	0.10	0.7320	0.25
36	35825	0.0000	0.01	0.8654	0.50	0.8181	0.25	0.8163	0.50	0.2129	0.70
37	405795	0.2395	0.25	0.9863	0.10	0.9863	0.10	0.4725	0.25	0.4898	0.50
38	282072	0.2597	0.70	0.8396	0.50	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.8746	0.25
39	502627	0.0000	0.01	0.9552	0.50	0.0000	0.01	0.3940	0.25	0.0000	0.01
40	58168	0.9255	1.00	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.0465	1.00	0.0000	0.01
41	97013	0.3099	0.50	0.9469	0.50	0.9469	0.50	0.4725	0.25	0.4141	0.70
42	124268	0.0000	0.01	0.9469	0.50	0.9469	0.50	0.4725	0.25	0.4141	0.70
43	240249	0.3245	0.25	0.9552	0.50	0.0000	0.01	0.7126	0.50	0.3091	0.70
44	468393	0.0000	0.01	0.4523	0.50	0.4523	0.50	0.6847	0.10	0.0000	0.01

45	413496	0.5652	0.25	0.2259	0.50	0.0000	0.01	0.0000	0.01	0.2259	0.50
46	471476	0.0000	0.01	0.2960	0.25	0.9869	0.50	0.9963	0.25	0.0000	0.01
47	472916	0.3099	0.50	0.4141	0.70	0.9469	0.50	0.0000	0.01	0.9469	0.50
48	473366	0.3967	0.25	0.7516	0.10	0.7516	0.25	0.0000	0.01	0.7516	0.25
49	10260	0.0000	0.01	0.2960	0.25	0.2960	0.25	0.9963	0.25	0.2842	0.50
50	503030	0.0000	0.01	0.7516	0.25	0.7216	0.50	0.3395	0.50	0.0000	0.01

Πίνακας 6. Συντελεστές βαρύτητας ανά χρήση – ασθενή σε μορφή TFNs

Τελικώς, ο συγκεντρωτικός πίνακας με τις λύσεις (X) & (Y) σε μορφή TFNs, που αφορούν την ικανοποίηση των ασθενών βάσει της τελικής βαθμολογίας που καταχωρούν, καθορίζεται ως εξής :

n	TFNs						
	ID	(Y)	(X)				
	Ασθενούς	Βαθμολογία	Προσιτός	Εμπιστοσύνη	Φιλικός	Καταρτισμένος	Επεξηγηματικός
1	530823	1.00	0.10	0.25	0.25	0.01	0.01
2	1048	1.00	0.50	0.70	0.50	0.01	0.50
3	1375	1.00	0.70	0.01	0.70	0.50	0.70
4	1102	1.00	0.01	0.70	0.70	0.01	0.01
5	1528	1.00	0.01	0.50	0.25	0.25	0.25
6	353073	1.00	0.01	0.01	0.50	0.50	0.50
7	472171	1.00	0.01	0.01	0.70	0.50	1.00
8	472320	1.00	0.25	0.25	0.25	0.10	0.50
9	472799	1.00	0.70	0.70	0.01	0.01	0.01
10	474125	1.00	0.01	0.50	0.50	0.01	0.50
11	474217	1.00	0.70	0.01	0.01	0.50	0.70
12	474793	1.00	0.25	0.50	0.50	0.10	0.25
13	481276	1.00	0.01	0.70	0.50	0.25	0.50
14	481500	1.00	0.50	0.01	0.01	0.25	0.50
15	484825	1.00	0.01	0.01	0.50	0.50	0.70
16	485194	1.00	0.85	0.01	0.01	0.01	0.70
17	486272	1.00	0.01	0.01	0.70	1.00	0.01
18	486893	1.00	0.50	0.50	0.25	0.25	0.25

19	489027	1.00	0.85	0.01	0.01	0.70	0.70	
20	7851	1.00	0.01	0.85	0.70	0.70	0.01	
21	63718	1.00	0.01	0.50	0.25	0.50	0.50	
22	64808	0.50	0.50	0.10	0.10	0.01	0.01	
23	492582	1.00	0.25	0.25	0.50	0.10	0.01	
24	498295	0.75	0.25	0.01	0.25	0.10	0.25	
25	501869	0.75	0.01	0.25	0.10	0.01	0.10	
26	514697	1.00	0.10	0.25	0.10	0.01	0.01	
27	504063	0.50	0.50	0.01	0.50	0.25	0.01	
28	385373	0.05	0.25	0.01	0.01	0.10	0.50	
29	295698	0.50	0.50	0.50	0.10	0.01	0.25	
30	235265	0.75	0.50	0.01	0.01	0.25	0.70	
31	135531	0.25	0.25	0.50	0.01	0.01	0.25	
32	86878	0.05	0.25	0.01	0.25	0.25	0.10	
33	31069	0.75	0.01	0.50	0.01	0.50	0.01	
34	8290	0.05	0.70	0.25	0.01	0.25	0.50	
35	84137	0.25	0.10	0.25	0.10	0.10	0.25	
36	35825	1.00	0.01	0.50	0.25	0.50	0.70	
37	405795	0.50	0.25	0.10	0.10	0.25	0.50	
38	282072	0.50	0.70	0.50	0.01	0.01	0.25	
39	502627	0.50	0.01	0.50	0.01	0.25	0.01	
40	58168	1.00	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01	
41	97013	1.00	0.50	0.50	0.50	0.25	0.70	
42	124268	1.00	0.01	0.50	0.50	0.25	0.70	
43	240249	1.00	0.25	0.50	0.01	0.50	0.70	
44	468393	1.00	0.01	0.50	0.50	0.10	0.01	
45	413496	0.75	0.25	0.50	0.01	0.01	0.50	
46	471476	1.00	0.01	0.25	0.50	0.25	0.01	
47	472916	1.00	0.50	0.70	0.50	0.01	0.50	
48	473366	1.00	0.25	0.10	0.25	0.01	0.25	
49	10260	1.00	0.01	0.25	0.25	0.25	0.50	
50	503030	1.00	0.01	0.25	0.50	0.50	0.01	
		Sum 41,4						

Πίνακας 7. Συντελεστές βαρύτητας και βαθμός ένταξης ανά χρήστη – ασθενή TFNs

Στη συνέχεια εφαρμόζεται η μεθοδολογία **FsQCA** και δημιουργείται ο πίνακας της αλήθειας (truth table). Δεδομένου ότι υπάρχουν πέντε (5) εξεταζόμενοι όροι, ο αριθμός των συνδυασμών – μεταλλαγών (causal combinations) θα είναι $2^5 = 32$:

Πίνακας αληθείας (*truth table*)

Causal combination	Προσιτός	Εμπιστοσύνη	Φιλικός	Καταρτισμένος	Επεξηγηματικός
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1
3	0	0	0	1	0
4	0	0	0	1	1
5	0	0	1	0	0
6	0	0	1	0	1
7	0	0	1	1	0
8	0	0	1	1	1
9	0	1	0	0	0
10	0	1	0	0	1
11	0	1	0	1	0
12	0	1	0	1	1
13	0	1	1	0	0
14	0	1	1	0	1
15	0	1	1	1	0
16	0	1	1	1	1
17	1	0	0	0	0
18	1	0	0	0	1
19	1	0	0	1	0
20	1	0	0	1	1
21	1	0	1	0	0
22	1	0	1	0	1
23	1	0	1	1	0
24	1	0	1	1	1
25	1	1	0	0	0
26	1	1	0	0	1

27	1	1	0	1	0
28	1	1	0	1	1
29	1	1	1	0	0
30	1	1	1	0	1
31	1	1	1	1	0
32	1	1	1	1	1

Πίνακας 8. Πίνακας αληθείας όλων των πιθανών συνδυασμών

Τα κελιά στον πίνακα αληθείας λαμβάνουν την τιμή (1) ή (0), που αντιπροσωπεύει αν ο συνδυασμός είναι αληθής ή ψευδής. Επομένως, για παράδειγμα, στον συνδυασμό 28 ισχύει :

- Προσιτός / προσιτή = αληθής συνδυασμός
- Φιλικός / φιλική = αληθής συνδυασμός
- Εμπιστοσύνη = ψευδής συνδυασμός
- Καταρτισμένος / καταρτισμένη = αληθής συνδυασμός
- Επεξηγηματικός / επεξηγηματική = αληθής συνδυασμός

Στη συνέχεια, βάσει της θεωρίας των λειτουργιών των ασαφών συνόλων, υπολογίζονται οι βαθμοί συμμετοχής (membership degrees) για όλους τους συνδυασμούς και για κάθε χρήστη. Ο παρακάτω πίνακας 9 (χωρισμένος σε 5 τμήματα λόγω μεγέθους) δείχνει τους βαθμούς συμμετοχής και για τους 32 συνδυασμούς. Όπου $UserN = ID$ ασθενούς με τη σειρά που αναφέρονται παραπάνω.

Membership degrees (πίνακας 1 / 5)

Causal Combination	User1	User2	User3	User4	User5	User6	User7	User8	User9	User10
1	0,75	0,30	0,30	0,30	0,50	0,50	0,00	0,50	0,30	0,50
2	0,01	0,30	0,30	0,01	0,25	0,50	0,30	0,50	0,01	0,50
3	0,01	0,01	0,30	0,01	0,25	0,50	0,00	0,10	0,01	0,01
4	0,01	0,01	0,30	0,01	0,25	0,50	0,30	0,10	0,01	0,01
5	0,25	0,30	0,30	0,30	0,25	0,50	0,00	0,25	0,01	0,50
6	0,01	0,30	0,30	0,01	0,25	0,50	0,50	0,25	0,01	0,50
7	0,01	0,01	0,30	0,01	0,25	0,50	0,00	0,10	0,01	0,01
8	0,01	0,01	0,30	0,01	0,25	0,50	0,50	0,10	0,01	0,01
9	0,25	0,50	0,01	0,30	0,50	0,01	0,00	0,25	0,30	0,50
10	0,01	0,50	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,25	0,01	0,50
11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,00	0,10	0,01	0,01
12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01
13	0,25	0,50	0,01	0,70	0,25	0,01	0,00	0,25	0,01	0,50
14	0,01	0,50	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,25	0,01	0,50
15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,00	0,10	0,01	0,01
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01
17	0,10	0,30	0,30	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,30	0,01
18	0,01	0,30	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
19	0,01	0,01	0,30	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10	0,01	0,01
20	0,01	0,01	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01
21	0,10	0,30	0,30	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
22	0,01	0,30	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
23	0,01	0,01	0,30	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10	0,01	0,01
24	0,01	0,01	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01
25	0,10	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,70	0,01
26	0,01	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10	0,01	0,01
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01
29	0,10	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
30	0,01	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,10	0,01	0,01
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01

Membership degrees (πίνακας 2 / 5)

Causal Combination	User11	User12	User13	User14	User15	User16	User17	User18	User19	User20
1	0,30	0,50	0,30	0,50	0,30	0,15	0,00	0,50	0,15	0,15
2	0,30	0,25	0,30	0,50	0,50	0,15	0,00	0,25	0,15	0,01
3	0,30	0,10	0,25	0,25	0,30	0,01	0,30	0,25	0,15	0,15
4	0,30	0,10	0,25	0,25	0,50	0,01	0,01	0,25	0,15	0,01
5	0,01	0,50	0,30	0,01	0,30	0,01	0,00	0,25	0,01	0,15
6	0,01	0,25	0,30	0,01	0,50	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
7	0,01	0,10	0,25	0,01	0,30	0,01	0,70	0,25	0,01	0,15
8	0,01	0,10	0,25	0,01	0,50	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
9	0,01	0,50	0,50	0,01	0,01	0,01	0,00	0,50	0,01	0,30
10	0,01	0,25	0,50	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
11	0,01	0,10	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,30
12	0,01	0,10	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
13	0,01	0,50	0,50	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,30
14	0,01	0,25	0,50	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
15	0,01	0,10	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,70
16	0,01	0,10	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
17	0,30	0,25	0,01	0,50	0,01	0,30	0,00	0,50	0,30	0,01
18	0,50	0,25	0,01	0,50	0,01	0,70	0,00	0,25	0,30	0,01
19	0,30	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,25	0,30	0,01
20	0,50	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,25	0,70	0,01
21	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
22	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
23	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
24	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
25	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,50	0,01	0,01
26	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
27	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
28	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
29	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
30	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,25	0,01	0,01
31	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01
32	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01

Membership degrees (πίνακας 3 / 5)

Causal Combination	User21	User22	User23	User24	User25	User26	User27	User28	User29	User30
1	0,50	0,50	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50	0,50	0,50	0,30
2	0,50	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,01	0,50	0,25	0,50
3	0,50	0,01	0,10	0,10	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,25
4	0,50	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,25
5	0,25	0,10	0,50	0,25	0,10	0,10	0,50	0,01	0,10	0,01
6	0,25	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01
7	0,25	0,01	0,10	0,10	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01
8	0,25	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
9	0,50	0,10	0,25	0,01	0,25	0,25	0,01	0,01	0,50	0,01
10	0,50	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01
11	0,50	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
12	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
13	0,25	0,10	0,25	0,01	0,10	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01
14	0,25	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01
15	0,25	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
16	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
17	0,01	0,50	0,25	0,25	0,01	0,10	0,50	0,25	0,50	0,30
18	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,25	0,25	0,50
19	0,01	0,01	0,10	0,10	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,25
20	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,25
21	0,01	0,10	0,25	0,25	0,01	0,10	0,50	0,01	0,10	0,01
22	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01
23	0,01	0,01	0,10	0,10	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01
24	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
25	0,01	0,10	0,25	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,50	0,01
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01
27	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
29	0,01	0,10	0,25	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01
31	0,01	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Membership degrees (πίνακας 4 / 5)

Causal Combination	User31	User32	User33	User34	User35	User36	User37	User38	User39	User40
1	0,50	0,75	0,50	0,30	0,75	0,30	0,50	0,30	0,50	0,00
2	0,25	0,10	0,01	0,30	0,25	0,50	0,50	0,25	0,01	0,00
3	0,01	0,25	0,50	0,25	0,10	0,30	0,25	0,01	0,25	0,00
4	0,01	0,10	0,01	0,25	0,10	0,50	0,25	0,01	0,01	0,00
5	0,01	0,25	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
6	0,01	0,10	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
7	0,01	0,25	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
8	0,01	0,10	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
9	0,50	0,01	0,50	0,25	0,25	0,30	0,10	0,30	0,50	0,00
10	0,25	0,01	0,01	0,25	0,25	0,50	0,10	0,25	0,01	0,00
11	0,01	0,01	0,50	0,25	0,10	0,30	0,10	0,01	0,25	0,00
12	0,01	0,01	0,01	0,25	0,10	0,50	0,10	0,01	0,01	0,00
13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,25	0,10	0,01	0,01	0,00
17	0,25	0,25	0,01	0,50	0,10	0,01	0,25	0,50	0,01	0,00
18	0,25	0,10	0,01	0,50	0,10	0,01	0,25	0,25	0,01	0,00
19	0,01	0,25	0,01	0,25	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,99
20	0,01	0,10	0,01	0,25	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01
21	0,01	0,25	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,00
22	0,01	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,00
23	0,01	0,25	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01
24	0,01	0,10	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01
25	0,25	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,10	0,50	0,01	0,00
26	0,25	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,10	0,25	0,01	0,00
27	0,01	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01
28	0,01	0,01	0,01	0,25	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01
29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,00
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,00
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01

Membership degrees (πίνακας 5 / 5)

Causal Combination	User41	User42	User43	User44	User45	User46	User47	User48	User49	User50
1	0,30	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50	0,30	0,75	0,50	0,50
2	0,50	0,50	0,50	0,01	0,50	0,01	0,30	0,25	0,50	0,01
3	0,25	0,25	0,30	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,25	0,50
4	0,25	0,25	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01
5	0,30	0,30	0,01	0,50	0,01	0,50	0,30	0,25	0,25	0,50
6	0,50	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,30	0,25	0,25	0,01
7	0,25	0,25	0,01	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,25	0,50
8	0,25	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01
9	0,30	0,30	0,30	0,50	0,50	0,25	0,50	0,10	0,25	0,25
10	0,50	0,50	0,50	0,01	0,50	0,01	0,50	0,10	0,25	0,01
11	0,25	0,25	0,30	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,25	0,25
12	0,25	0,25	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01
13	0,30	0,30	0,01	0,50	0,01	0,25	0,50	0,10	0,25	0,25
14	0,50	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,50	0,10	0,25	0,01
15	0,25	0,25	0,01	0,10	0,01	0,25	0,01	0,01	0,25	0,25
16	0,25	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01
17	0,30	0,01	0,25	0,01	0,25	0,01	0,30	0,25	0,01	0,01
18	0,50	0,01	0,25	0,01	0,25	0,01	0,30	0,25	0,01	0,01
19	0,25	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
20	0,25	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
21	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,30	0,25	0,01	0,01
22	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,30	0,25	0,01	0,01
23	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
24	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
25	0,30	0,01	0,25	0,01	0,25	0,01	0,50	0,10	0,01	0,01
26	0,50	0,01	0,25	0,01	0,25	0,01	0,50	0,10	0,01	0,01
27	0,25	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
28	0,25	0,01	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
29	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,50	0,10	0,01	0,01
30	0,50	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,50	0,10	0,01	0,01
31	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
32	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Πίνακας 9. Βαθμοί συμμετοχής για όλους τους συνδυασμούς (causal combinations) και όλους τους πελάτες (users)

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, οι βαθμοί συμμετοχής (membership degrees) των συνδυασμών υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τους τύπους (3) και (4):

$$\text{Η σαφής τομή ορίζεται ως } \mu_{(A \cap B)} = \min(\mu_A, \mu_B), \quad (3)$$

$$\text{και το ασαφές συμπλήρωμα υπολογίζεται ως } \mu_{\neg A} = 1 - \mu_A, \quad (4)$$

Για παράδειγμα, το «membership degree» του αιτιώδη συνδιασμού No. 4 έχει ως εξής:

$$\begin{aligned} \mu_{C4} = & \mu(\text{προσιτός}=\text{false} \cap \text{εμπιστοσύνη}=\text{false} \cap \text{φιλικός}=\text{false} \cap \\ & \text{καταρτισμένος}=\text{true} \cap \text{επεξηγηματικός}=\text{true}) = \mu(\text{not}(\text{προσιτός}), \text{not} \\ & (\text{εμπιστοσύνη}), \text{not}(\text{φιλικός}), \text{καταρτισμένος}, \text{επεξηγηματικός}). \end{aligned}$$

$$\mu(\text{προσιτός}=\text{false}) = \mu((1 - \mu(\text{προσιτός}))).$$

Αντίστοιχα υπολογίζονται όλοι οι όροι και λαμβάνεται υπόψη ο όρος με την ελάχιστη τιμή ($\mu_{C3} \min$).

Αφού υπολογιστούν όλοι οι βαθμοί συμμετοχής, καθορίζονται οι **βαθμοί συνοχής (consistency) και κάλυψης (coverage)**. Ο παρακάτω πίνακας 10, δείχνει τα αποτελέσματα για όλους τους 32 συνδυασμούς.

Causal Combination	$\Sigma_{min}(X, Y)$	$\Sigma(X)$	Consistency	Coverage
1	19,05	21,20	0,89858	0,46014
2	11,73	12,48	0,93990	0,28333
3	8,00	8,45	0,94675	0,19324
4	6,59	6,89	0,95646	0,15918
5	9,59	9,79	0,97957	0,23164
6	7,14	7,19	0,99305	0,17246
7	5,94	6,14	0,96743	0,14348
8	4,66	4,71	0,98938	0,11256
9	11,87	12,32	0,96347	0,28671
10	7,85	8,05	0,97516	0,18961
11	5,07	5,27	0,96205	0,12246
12	3,80	4,00	0,95000	0,09179
13	8,00	8,00	1,00000	0,19324
14	5,55	5,55	1,00000	0,13406
15	4,11	4,11	1,00000	0,09928
16	2,77	2,77	1,00000	0,06691
17	8,57	9,42	0,90977	0,20700
18	7,14	7,84	0,91071	0,17246
19	4,59	5,04	0,91071	0,11087
20	3,89	4,19	0,92840	0,09396
21	4,14	4,34	0,95392	0,10000
22	3,55	3,60	0,98611	0,08575
23	2,08	2,28	0,91228	0,05024
24	1,96	2,01	0,97512	0,04734
25	5,92	6,12	0,96732	0,14300
26	4,18	4,38	0,95434	0,10097
27	1,70	1,90	0,89474	0,04106
28	1,62	1,82	0,89011	0,03913
29	3,33	3,33	1,00000	0,08043
30	3,03	3,03	1,00000	0,07319
31	1,42	1,42	1,00000	0,03430
32	1,34	1,34	1,00000	0,03237

Πίνακας 10. Δείκτες συνοχής και κάλυψης (consistency & coverage)

Οι δείκτες «**Consistency**» και «**Coverage**» χρησιμεύουν ως **δείκτες αξιολόγησης** των αποτελεσμάτων της μεθόδου. Πιο συγκεκριμένα :

Συνοχή (Consistency) : Στη μέθοδο fsQCA, η συνοχή αντιπροσωπεύει την έκταση στην οποία ένας αιτιώδης συνδυασμός (Causal combination) οδηγεί σε αποτέλεσμα. Η συνοχή κυμαίνεται από 0 έως και 1. Συνήθως επιλέγονται οι συνδυασμοί που έχουν συνοχή > 0,9.

$$Consistency(X \prec Y) = \frac{\sum \min(X, Y)}{\sum X} \quad (5)$$

Κάλυψη (Coverage) : Η κάλυψη εκφράζει το πόσες περιπτώσεις του ίδιου αποτελέσματος αντιπροσωπεύονται από μια συγκεκριμένη αιτιώδη συνθήκη. Δεδομένου ότι υποθέτουμε ότι οι αιτιώδεις συνθήκες οδηγούν στο αποτέλεσμα, έχει νόημα μόνο ο υπολογισμός της κάλυψης για σειρές που έχουν υψηλή συνοχή, όπως στην εξεταζόμενη περίπτωση. Οι σειρές με χαμηλή συνοχή παραβιάζουν την υπόθεση ότι η αιτιώδης συνθήκη οδηγεί στο αποτέλεσμα.

$$Coverage = \frac{\sum \min(X, Y)}{\sum Y} \quad (6)$$

Οι δείκτες «**Consistency**» και «**Coverage**» που υπολογίστηκαν παραπάνω, ταξινομούνται από την μεγαλύτερη προς την μικρότερη τιμή και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 11.

Causal combination	Consistency	Coverage
13	1.000	0.193
14	1.000	0.134
15	1.000	0.099
29	1.000	0.080
30	1.000	0.073
16	1.000	0.067
31	1.000	0.034
32	1.000	0.032
6	0.993	0.172
8	0.989	0.113
22	0.986	0.086
5	0.980	0.232
10	0.975	0.190
24	0.975	0.047
7	0.967	0.143
25	0.967	0.143
9	0.963	0.287
11	0.962	0.122
4	0.956	0.159
26	0.954	0.101
21	0.954	0.100
12	0.950	0.092
3	0.947	0.193
2	0.940	0.283
20	0.928	0.094
23	0.912	0.050
18	0.911	0.172
19	0.911	0.111
17	0.910	0.207
1	0.899	0.460
27	0.895	0.041
28	0.890	0.039

Πίνακας 11. Δείκτες συνοχής και κάλυψης (ταξινομημένοι κατά consistency & coverage)

Σύμφωνα με την μέθοδο FsQCA, οι βέλτιστοι αιτιώδεις συνδυασμοί πρέπει να παρουσιάζουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συνοχή και κάλυψη. Ωστόσο, όσο μεγαλύτερη είναι η συνοχή τόσο χαμηλότερη είναι η κάλυψη. Υποθέτοντας μια ελάχιστη τιμή 0,9 για τη συνοχή και στη συνέχεια την υψηλότερη δυνατή κάλυψη, η ανάλυση προκρίνει δύο αιτιώδεις συνδυασμούς, τον αριθμό **13** και **14**. Οι συνδυασμοί αυτοί παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 12.

Causal combination	Προσιτός	Εμπιστοσύνη	Φιλικός	Καταρτισμένος	Επεξηγηματικός
13	0	1	1	0	0
14	0	1	1	0	1

Πίνακας 12. Οι δύο συνδυασμοί που προκρίθηκαν

Μια προσεκτική ματιά στους συνδυασμούς αποκαλύπτει ότι οι όροι «προσιτός» και «καταρτισμένος» δεν εμπίπτουν καθόλου στους όρους που καθιστούν τους πελάτες – χρήστες πολύ ικανοποιημένους. Έτσι, η αναδιάρθρωση του αιτιώδους συνδυασμού προκύπτει από την ανάλυση ότι **οι πελάτες που καταχωρούν ιδιαίτερα μεγάλο βαθμό ικανοποίησης, δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε :**

- (εμπιστοσύνη) AND (φιλικός) OR
- (εμπιστοσύνη) AND (φιλικός) AND (επεξηγηματικός)

Κεφάλαιο 4

4.1. Συμπεράσματα

Από το σύνολο δεδομένων, το οποίο παραχώρησε η συνεργαζόμενη ηλεκτρονική πλατφόρμα και αφορά **κριτικές – αξιολογήσεις** ασθενών προς ιατρούς για το έτος 2018, επιλέχθηκαν τυχαία πενήντα (50) επιβεβαιωμένες εγγραφές, με κριτικές γραμμένες στην Ελληνική γλώσσα και συμπληρωμένο βαθμό αξιολόγησης από 1 έως και 10. Οι πενήντα (50) αυτές εγγραφές, αναλύθηκαν αρχικά με τη μέθοδο TF-IDF και στη συνέχεια με την FsQCA ως προς τους πέντε (5) όρους (*προσιτός, εμπιστοσύνη, φιλικός, καταρτισμένος και επεξηγηματικός*), τους οποίους υπέδειξαν οι υπεύθυνοι της ιστοσελίδας ως σημαντικούς – καθοριστικούς στην ικανοποίηση των πελατών για την παρεχόμενη υπηρεσία από τον εκάστοτε ιατρό.

Το αποτέλεσμα της μεθόδου είναι η ανάδειξη εκείνου του συνδυασμού όρων, οι οποίοι φαίνεται να επηρεάζουν τον βαθμό ικανοποίησης των πελατών – χρηστών. Στην συγκεκριμένη ανάλυση, ο στόχος είναι να βρεθεί ο συνδυασμός των παραπάνω όρων, που καθιστά τους χρήστες εξαιρετικά ικανοποιημένους, βάσει της τελικής βαθμολογίας που καταχωρούν στο σύστημα, μετά το πέρας της εμπειρίας τους με τον ιατρό.

Η μέθοδος FsQCA δύναται να δώσει ορθά αποτελέσματα ακόμη και με σχετικά μικρό αριθμό δεδομένων - δειγμάτων. Τα αποτελέσματα της μεθόδου αξιολογούνται με τους δείκτες «Consistency» και «Coverage».

Στην παραπάνω ανάλυση, βρέθηκαν δύο (2) αιτιώδεις συνδιασμοί (causal combinations 13, 14) ο οποίοι φαίνεται να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του συναισθήματος ικανοποίησης των χρηστών. Βάσει αυτών των συνδιασμών, προκύπτει ότι, **οι πελάτες – ασθενείς που εμφανίζονται πολύ ικανοποιημένοι**, δηλαδή καταχωρούν υψηλή βαθμολογία στην παρεχόμενη από τον ιατρό υπηρεσία, **δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στο αίσθημα εμπιστοσύνης που τους**

καλλιεργεί ο ιατρός, στην φιλικότητα με την οποία τους αντιμετωπίζει, αλλά και στο κατά πόσο επεξηγηματικός είναι σχετικά με το πρόβλημά τους και την θεραπεία που τους προτείνει.

Ο παραπάνω συνδυασμός προέκυψε με τον μέγιστο δείκτη συνοχής (consistency = 1). Ο συγκεκριμένος δείκτης αξιολογεί το βαθμό στον οποίο οι περιπτώσεις που μοιράζονται μια δεδομένη συνθήκη (ή συνδυασμό συνθηκών), συμφωνούν στην εμφάνιση του εν λόγω αποτελέσματος.

Ενώ ο δείκτης συνοχής (consistency) υπολογίστηκε εξαιρετικός (0,89 – 1,00), ο δείκτης κάλυψης (coverage) προέκυψε χαμηλός (0,032 – 0,460). Ειδικά στους συνδυασμούς που προκρίθηκαν, ο δείκτης κάλυψης είναι πολύ χαμηλός (0,193 & 0,134 αντίστοιχα). Εφόσον ο δείκτης αυτός εκφράζει το πόσες περιπτώσεις του ίδιου αποτελέσματος αντιπροσωπεύονται από μια συγκεκριμένη αιτιώδη συνθήκη, συμπεραίνουμε ότι ναι μεν οι πέντε (5) όροι που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση δίνουν ένα σαφές αποτέλεσμα, δεν είναι όμως αρκετοί ώστε να καλύψουν το ευρύτερο σύνολο των περιπτώσεων που υφίστανται στις κριτικές των χρηστών. **Δεν έχει επιτευχθεί δηλαδή πλήρης στάθμιση της άποψης του συνόλου των εξεταζόμενων χρηστών.**

Προς επιβεβαίωση του παραπάνω, μια επιπλέον ανάλυση TF – IDF σε όλα τα δεδομένα αξιολογήσεων του έτους 2018 (21.433 αξιολογήσεις) μας δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα του πίνακα 13. Συνδεδεμένες και άλλες λέξεις (επιρρήματα κτλ.) που δεν έχουν σημασία (π.χ. «και») έχουν φιλτραριστεί. Οι πρώτες 12 σε συχνότητα λέξεις που συναντάμε στις αξιολογήσεις και μπορούν να χαρακτηρίσουν ιατρό και υπηρεσία είναι οι εξής :

“TOP” 12 σε συχνότητα όροι για το έτος 2018

id	Term	Q	TF	IDF	W_{rk}
1	Καλός/λή	3.818	0,0182	0,7492	0,0136
2	Εξαιρετικός/κή	3.169	0,0151	0,8302	0,0125
3	Προσιτός/τή	2.925	0,0139	0,8650	0,0121
4	Φιλικός/κή	2.416	0,0115	0,9480	0,0109

5	Εμπιστοσύνη	2.383	0,0114	0,9540	0,0108
6	Καταρτισμένος/νη	1.637	0,0078	1,1170	0,0087
7	Ευγενικός/κή	1.632	0,0078	1,1184	0,0087
8	Συστήνω	1.448	0,0069	1,1703	0,0081
9	Επεξηγηματικός/κή	1.112	0,0053	1,2850	0,0068
10	Κατανόηση	661	0,0032	1,5109	0,0048
11	Ενδιαφέρον	547	0,0026	1,5931	0,0042
12	Συνεπής	506	0,0024	1,6269	0,0039
Total of terms :		209.754			
Total of documents :		21.433			

Πίνακας 13. Οι πρώτοι 12 σε συχνότητα όροι των αξιολογήσεων του 2018

Βλέπουμε ότι οι πέντε (5) όροι που αναλύθηκαν στην μελέτη, ανήκουν στην παραπάνω ταξινόμηση, αλλά δεν είναι αρκετοί, μιας και υπάρχουν ακόμη περισσότεροι που μπορούν να καθορίσουν ακριβέστερα το αποτέλεσμα. Όροι όπως «καλός» ή «εξαιρετικός» είναι όροι που χαρακτηρίζουν γενικότερα τον ιατρό και δεν αποτελούν χαρακτηριστικά της υπηρεσίας που προσφέρει, συνεπώς δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Δηλαδή αν ένας ιατρός αξιολογείται απλά ως εξαιρετικός, αυτό από μόνο του δεν δίνει καμία πληροφορία για το ποιό χαρακτηριστικό της υπηρεσίας που προσέφερε τον καθιστά ως εξαιρετικό στην υπόληψη του ασθενούς του.

Επιπλέον των παραπάνω, η ανάλυση είναι σε θέση να αποδώσει συγκεκριμένα σύνολα χρηστών – ασθενών τα οποία έχουν ίδια χαρακτηριστικά - προτιμήσεις και αντίστοιχα σύνολα ιατρών με επίσης συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Συνεπώς η ηλεκτρονική πλατφόρμα έχει τη δυνατότητα να αντιστοιχίσει αυτά τα δύο σύνολα, προβαίνοντας σε εστιασμένες συστάσεις συγκεκριμένων ιατρών σε συγκεκριμένους ασθενείς (recommender system). Για παράδειγμα, μια εφαρμογή της παραπάνω ανάλυσης, έχει δημιουργήσει μια ομάδα ασθενών η οποία ενδιαφέρεται για ιατρό ο οποίος είναι επεξηγηματικός, φθηνός και έχει καθαρό, φροντισμένο χώρο. Αντίστοιχα, έχει

δημιουργηθεί και η ομάδα των ιατρών που ικανοποιεί αυτές τις συνθήκες. Συνεπώς, όταν ένας χρήστης, ο οποίος ανήκει σε αυτήν την ομάδα, ξεκινά μέσω της εφαρμογής να αναζητά συγκεκριμένης ειδικότητας ιατρό, η πλατφόρμα, εκτός των φίλτρων ταξινόμησης, μπορεί να χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα της ανάλυσης ώστε να του εμφανίσει πρώτα τους ιατρούς οι οποίοι ικανοποιούν τις συνθήκες που έχουν αποτυπωθεί στο ποιοτικό του προφίλ, δηλαδή ιατρούς οικονομικούς, επεξηγηματικούς με φροντισμένα ιατρεία. Όσο περισσότερο ένας ασθενής χρησιμοποιεί την πλατφόρμα και καταχωρεί αξιολογήσεις, τόσο περισσότερο ενημερώνει τις πληροφορίες που σχετίζονται με το ποιοτικό του προφίλ και άρα τόσο ακριβέστερες θα γίνονται οι προς αυτόν συστάσεις ιατρών.

Συνοψίζοντας, η μελέτη αυτή υποδεικνύει ότι η μέθοδος FsQCA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση των συμφερόντων των χρηστών. Τα δεδομένα που επιλέγονται από τις κριτικές πελατών αναλύονται με τη χρήση των δεικτών TF και IDF. Τα αποτελέσματα της μεθόδου FsQCA, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση των προτεραιοτήτων των πελατών και τη δημιουργία ποιοτικών προφίλ. Η μελέτη αυτή υποδηλώνει ότι η μέθοδος FsQCA μπορεί να εφαρμοστεί στο πλαίσιο συστημάτων εξατομίκευσης και συστάσεων (recommender systems). Η μελλοντική έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στην περαιτέρω εξέταση της δυνατότητας εφαρμογής του FsQCA, καθώς και στην ίδια τη μέθοδο. Ειδικότερα, να αναπτυχθεί η μέθοδος έτσι ώστε να μπορούν να προσδιοριστούν οι προτεραιότητες των όρων και να ληφθούν υπόψη πολλαπλά σύνολα αποτελεσμάτων.

4.2 Βιβλιογραφία – Αναφορές

1. Kardaras, Dimitris & Kaperonis, Stavros & Barbounaki, Stavroula & Petrounias, Ilias & Bithas, Kostas, (2018), "An Approach to Modelling User Interests Using TF-IDF and Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis", Conference: IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations, 606-615. 10.1007/978-3-319-92007-8_51.
2. Francesco Ricci, Lior Rokach, Bracha Shapira, Paul B. Kantor, "Recommender Systems Handbook", 2010, Springer New York Dordrecht Heidelberg London, ISBN 978-0-387-85819-7, e-ISBN 978-0-387-85820-3.
3. Thomas Elliot, "Fuzzy set qualitative comparative analysis, February 25, 2013.
4. Qiwei Han, Mengxin Ji, Inigo Martinez de Rituerto de Troya, Manas Gaur, Leid Zejnilovic, "A Hybrid Recommender System for Patient-Doctor Matchmaking in Primary Care", Universidade Nova de Lisboa, School of Business and Economics, 9 Aug 2018.
5. J. E. Croker, D. R. Swancutt, M. J. Roberts, G. A. Abel, M. Roland, and J. L. Campbell, "Factors affecting patients' trust and confidence in GPs: evidence from the english national GP patient survey," BMJ Open, vol. 3, no. 5, pp. 1–8, 2013.
6. Sophia Seung-yoon Lee, "Using fuzzy-set qualitative comparative analysis", Department of Social Welfare, Ewha Womans University, Epidemiol Health 2014; 36: e2014038, December 31, 2014.
7. Abdelrahman Abuarqoub, "Behaviour Profiling in Healthcare Applications Using the Internet of Things Technology", International Journal of Advances in Computer Science & Its Applications, 30 December 2016.
8. Benoît Rihoux & Charles C. Ragin "Qualitative Comparative Analysis Using Fuzzy Sets (fsQCA)", 2009.
9. Khusro, Shah & Ali, Zafar & Ullah, Irfan. (2016), "Recommender Systems: Issues, Challenges, and Research Opportunities", 10.1007/978-981-10-0557-2_112.
10. J.Archenaa and Dr E.A.Mary Anita, "Health Recommender System using Big data analytics", Research Scholar, Department of Computer Science & IT, AMET University, Chennai-India, July 22, 2017.
11. C. de Magalhaes, Cleyton & Souza, Ellen Polliana & Correia Neto, Jorge & Vilar, Guilherme. (2013), "Recommender Systems - An Experience with GenNet Health-care Social Network".
12. Sezgin, Emre & Ozkan, Sevgi, (2013), "A systematic literature review on Health Recommender Systems", 2013 E-Health and Bioengineering Conference, EHB 2013. 1-4. 10.1109/EHB.2013.6707249.

13. Jie Lu, Dianshuang Wu, Mingsong Mao, Wei Wang, Guangquan Zhang Decision Systems & e-Service Intelligence Lab, Centre for Quantum Computation & Intelligent Systems Faculty of Engineering and Information Technology, University of Technology Sydney, Australia, "Recommender System Application Developments: A Survey".
14. P. N. Vijaya Kumar, Dr. V. Raghunatha Reddy, "A Survey on Recommender Systems (RSS) and Its Applications", International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 8, August 2014.
15. Justin Martineau, and Tim Finin, "Delta TFIDF: An Improved Feature Space for Sentiment Analysis", University of Maryland, Baltimore County, Third AAAI International Conference on Weblogs and Social Media, May 2009, San Jose CA.
16. Michael D. Ekstrand, John T. Riedl, Joseph A. Konstan, "Collaborative Filtering Recommender Systems", Foundations and Trends_R in Human-Computer Interaction, Vol. 4, No. 2 (2010) 81-173, DOI: 10.1561/1100000009.
17. Jie Lu, DianshuangWu, Mingsong Mao,Wei Wang, Guangquan Zhang, "Recommender system application developments: A survey", Decision Support Systems, Decision Systems & e-Service Intelligence Lab, Centre for Quantum Computation & Intelligent Systems, Faculty of Engineering and Information Technology, University of Technology Sydney, Australia, 3 April 2015.
18. Claudius Wagemann, Carsten Q. Schneider, Standards of good practice in qualitative comparative analysis (qca) and fuzzy-sets, Department of Political and Social Sciences, DOI: 10.1163/156913210X12493538729793, 8/24/2009.
19. <https://eiperspectives.economist.com/sites/default/files/ValuebasedhealthcareEurope.pdf>
20. Campbell, John & Smith, Patten & Nissen, Sonja & Bower, Peter & Elliott, Marc & Roland, Martin. (2009). The GP Patient Survey for use in primary care in the National Health Service in the UK—Development and psychometric characteristics. BMC family practice. 10. 57. 10.1186/1471-2296-10-57.