

2.3 Σχεδιασμός αλγορίθμων συστήματος

**"Healthier Doc: ολοκληρωμένος,
ευφυής βοηθός υποστήριξης
διαχείρισης υγείας, επικοινωνίας και εξ
αποστάσεως παρακολούθησης"**
(T2ΕΔΚ-04015)

| Ομάδα Εργασίας |
|------------------------|
| Δημητρόπουλος Αλέξιος |
| Δημητράντζου Αναστασία |
| Σειντής Κωνσταντίνος |
| Φράγκος Κωνσταντίνος |



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|--------------------------------------------------------------|---|
| Πίνακας περιεχομένων | 2 |
| Περιγραφή στόχων και περιεχομένου παραδοτέου | 3 |
| Δυνατότητες εφαρμογής υποβοηθούμενες από τη χρήση αλγορίθμων | 3 |
| Αλγόριθμοι συνταγογράφησης | 4 |
| Υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων | 6 |
| Αλγόριθμοι healthier | 8 |
| Αλγόριθμοι υποβοήθησης γενικής λειτουργικότητας | 9 |

Περιγραφή στόχων και περιεχομένου παραδοτέου

Το παρόν έγγραφο αποτελεί το παραδοτέο 2.3 “Σχεδιασμός αλγορίθμων συστήματος” και αποσκοπεί στην περιγραφή των διαφορετικών αλγορίθμων που θα αναπτυχθούν για την ορθή λειτουργία του συστήματος και της χρησιμότητάς τους. Παρουσιάζεται συνοπτικά το σκεπτικό και η προσέγγιση που ακολουθήθηκε κατά το σχεδιασμό τους και η αναμενόμενη λειτουργικότητα στην οποία θα συνεισφέρουν. Οι αλγόριθμοι, όπως και ευρύτερα η λογική του συστήματος δεν αποτελούν στατικά στοιχεία της πλατφόρμας, αλλά θα εξελίσσονται διαρκώς, σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέγονται, το feedback από τους χρήστες του συστήματος και τυχόν τεχνολογικές και λοιπές εξελίξεις που προσδίδουν νέες δυνατότητες για πιο εξατομικευμένες/ υψηλότερης αξίας υπηρεσίες.

Η παρούσα έκδοση αποτελεί την βάση για την ανάπτυξη της πλήρους λειτουργικότητας που προβλέπεται για το MVP, σύμφωνα και με το ισχύον τεχνικό παράρτημα η οποία θα δοκιμαστεί αρχικά εσωτερικά με τη συμμετοχή ομάδας συνεργαζόμενων ιατρών των κύριων στοχευομένων ομάδων (ενδοκρινολόγοι, καρδιολόγοι και γυναικολόγοι) και εν συνεχεία σε πραγματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του πιλοτικού.

Δυνατότητες εφαρμογής υποβοηθούμενες από τη χρήση αλγορίθμων

Προκειμένου να υλοποιηθούν οι δυνατότητες της εφαρμογής και τα αντίστοιχα use cases όπως αυτά έχουν περιγραφεί στα σχετικά παραδοτέα απαιτείται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας σειράς αλγορίθμων με διαφορετική δομή και λειτουργικότητα. Παρακάτω ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τη λειτουργικότητα της εφαρμογής την οποία θα υποστηρίζουν έτσι ώστε να γίνει κατανοητός ο ρόλος και η στόχευσή τους. Επίσης, ανά περίπτωση, περιγράφονται οι τεχνικές τους προδιαγραφές, χωρίς φυσικά να αναφέρονται εσωτερικά στοιχεία για τη λειτουργία τους, τα οποία αποτελούν κρίσιμο γνωσιακό κεφάλαιο της εταιρείας.

Η προτεινόμενη διαδικτυακή εφαρμογή θα παρέχει μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα στους γιατρούς για να διαχειρίζονται τα αρχεία των ασθενών τους, να συνταγογραφούν φάρμακα, να λαμβάνουν ειδοποιήσεις σχετικά με μετρήσεις υγείας, να εντοπίζουν πρότυπα σε κρίσιμα γεγονότα και να διαχειρίζονται τις οικονομικές πτυχές του ιατρείου τους. Βασικό στοιχείο της λειτουργίας της αποτελεί η ανάπτυξη ενός πλήρους συστήματος Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας. Αυτή αποτελείται από μια κεντρική βάση δεδομένων με διεπαφή χρήστη που βασίζεται στο web για γιατρούς, που υποστηρίζει λειτουργίες CRUD (Δημιουργία, Ανάγνωση, Ενημέρωση, Διαγραφή) στα αρχεία ασθενών.

Το σύστημα του Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας θα εφαρμόσει ένα RESTful API για χειρισμό δεδομένων, με αυστηρούς ελέγχους πρόσβασης και πρωτόκολλα ελέγχου ταυτότητας (π.χ. OAuth 2.0). Θα χρησιμοποιηθούν πρωτόκολλα κρυπτογράφησης βάσεων δεδομένων και ασφαλούς μεταφοράς δεδομένων (π.χ. HTTPS) για τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας και της ακεραιότητας των αρχείων των ασθενών.

Αλγόριθμοι συνταγογράφησης

Στη συγκεκριμένη κατηγορία σχεδιάζονται 3 τύποι αλγορίθμων με διακριτά χαρακτηριστικά. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την υλοποίηση στο σύστημα του συνόλου των λειτουργικών κανόνων που έχει θέσει η ΗΔΙΚΑ σχετικά με τον έλεγχο της εγκυρότητας των συνταγών και παραπεμπτικών που συνταγογραφεί ο ιατρός. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται και οι αλγόριθμοι που αφορούν την χρήση θεραπευτικών πρωτοκόλλων. Στόχος είναι η παροχή πλήρους λειτουργικότητας σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές ώστε να είναι δυνατή η απρόσκοπτη χρήση του συστήματος από το χρήστη.

```
rule "On save: Prescription can only be monthly or twomonth"
```

```
when
```

```
  Prescription( monthlyTreatment && twoMonthPrescription );
```

```
then
```

```
  errors.add( new ApiError(950, "Prescription cannot be monthly and two month" ) );
```

```
end
```

```
rule "On save: Prescription must have at least one diagnosis and maximum 10"
```

```
when
```

```
  Prescription( prescriptionStatus.id == 3 && ( diagnoses.size() == 0 || diagnoses.size() > 10 ) );
```

```
then
```

```
  errors.add( new ApiError(951, "Prescription must have at least 1 diagnosis and maximum ten" ) );
```

```
end
```

```
rule "On save: Prescription must have at least one treatment and maximum three"
```

```
when
```

```
  Prescription( prescriptionStatus.id == 3 && ( treatments.size() == 0 || treatments.size() > 3 ) );
```

```
then
```

```
  errors.add( new ApiError(952, "Prescription must have at least one treatment and maximum three" ) );
```

```
end
```

Παράδειγμα κανόνων συνταγογράφησης

Για την χρήση των συγκεκριμένων αλγορίθμων καλούνται κατά περίπτωση τα αντίστοιχα end-points του API που παρέχει η ΗΔΙΚΑ (<https://eps.e-prescription.gr/doctorapi>)

Οι κανόνες θα υλοποιηθούν ως αυτόνομες κλάσεις εντός της εφαρμογής ώστε να μην επηρεάζεται η λειτουργία του συστήματος όταν αυτοί αλλάζουν, αλλά και να είναι πιο εύκολη η συντήρηση και περαιτέρω εξέλιξη του συστήματος. Η τοπική υλοποίησή τους και η εφαρμογή τους στη διαδικασία της συνταγογράφησης θα μας επιτρέψει:

α) την έγκαιρη διάγνωση πιθανών προβλημάτων σε μια επιχειρούμενη συνταγογράφηση

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

- β) την παροχή προσαρμοσμένων επιλογών στο χρήστη με βάση τις προηγούμενες επιλογές του και τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί σε κάθε βήμα της διαδικασίας συνταγογράφησης
- γ) την παροχή ειδοποιήσεων σχετικά με τους λόγους για τους οποίους μια συνταγή είναι μη έγκυρη και τις διαθέσιμες επιλογές του χρήστη
- Το σύνολο των κανόνων αυτής της μορφής θα αναπτυχθούν σε typescript με χρήση GraphQL.

Η δεύτερη κατηγορία αφορά τη χρήση αλγορίθμων που συνδυάζουν στοιχεία από τη βάση δεδομένων της εφαρμογής με το συνταγογραφούμενο αντικείμενο για την παροχή πρόσθετης πληροφόρησης στο χρήστη. Οι αλγόριθμοι αυτής της κατηγορίας στοχεύουν σε:

- α) έλεγχο δραστικής ουσίας φαρμάκου σε συνδυασμό με καταγεγραμμένες αλλεργίες
- β) έλεγχο συμβατότητας ληφθέντων φαρμάκων
- γ) έλεγχο συμβατότητας φαρμάκων με λοιπές καταγεγραμμένες παθήσεις
- δ) έλεγχο ορίων συνταγογράφησης
- ε) έλεγχο και ειδοποίηση ανάγκης επαναλαμβανόμενων συνταγών (και αντίστοιχη ειδοποίηση προς τον ασθενή)

Θα εφαρμοστεί ένας αλγόριθμος για κάθε περίπτωση ο οποίος θα τρέχει κατά την επιλογή του αντίστοιχου πεδίου στην διαδικασία συνταγογράφησης, θα ελέγχει για την ύπαρξη σχετικής καταγραφής στη βάση δεδομένων και θα επιστρέφει το αντίστοιχο αποτέλεσμα προς το σύστημα με σκοπό την ενημέρωση του χρήστη. Το σύνολο των κανόνων αυτής της μορφής θα αναπτυχθούν σε typescript με χρήση GraphQL. Οι πληροφορίες σχετικά με τη συμβατότητα φαρμάκων αντλούνται από τις σχετικές πηγές του Εθνικού Οργανισμού Φαρμάκων (www.eof.gr), καθώς και από τα ανοιχτά στοιχεία που παρέχονται από την ψηφιακή βιβλιοθήκη «Γαληνός» (www.galinos.gr/)

Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει αλγόριθμους για την αναγνώριση μοτίβων χρήσης του συστήματος συνταγογράφησης για την υποστήριξη του χρήστη. Έτσι το σύστημα αναγνωρίζει τις συχνότερα χρησιμοποιημένες συνταγές, τα τακτικά συνταγογραφούμενα φάρμακα ανά πάθηση και τις προτιμήσεις για κάθε συγκεκριμένο ασθενή. Οι αλγόριθμοι αυτοί είναι δυναμικοί υπό την έννοια ότι τρέχουν σε πραγματικό χρόνο και παράγουν προτάσεις προς το χρήστη. Η υλοποίησή τους θα γίνει με χρήση στατιστικών αλγορίθμων σχετικά με τη συχνότητα εμφάνισης του κάθε στοιχείου της συνταγής και τον υπολογισμό της πιθανότητας να αφορά το συγκεκριμένο ασθενή με βάση τα συσσωρευμένα στοιχεία για αυτό και το ιατρό. Χρησιμοποιούνται διαφορετικά βάρη ώστε να δοθεί προτεραιότητα στα πιο πρόσφατα στοιχεία.

Σε αυτή την κατεύθυνση πιλοτικά ενσωματώνεται η πληροφορία από τα διαγνωστικά και θεραπευτικά πρωτόκολλα συνταγογράφησης για το Σακχαρώδη Διαβήτη, τα καρδιαγγειακά προβλήματα και την υπέρταση όπως αυτά έχουν δημοσιευθεί από το Υπουργείο Υγείας. (<https://www.moh.gov.gr/articles/health/domes-kai-druseis-gia-thn-yygeia/kwdikopoihseis/therapeytika-prwtokolla-syntagografhshs/diagnwstika-kai-therapeytika-prwtokolla-syntagografhshs/>)

Υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων

Το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων έχει σχεδιαστεί για να βοηθά τους επαγγελματίες υγείας στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων παρουσιάζοντας σχετικά δεδομένα, παρέχοντας εργαλεία ανάλυσης και προσφέροντας συστάσεις βασισμένες σε στοιχεία. Η ενσωμάτωση ενός τέτοιου συστήματος στην εφαρμογή για τους γιατρούς θα βελτιώσει την ποιότητα της φροντίδας των ασθενών, θα βελτιστοποιήσει τα σχέδια θεραπείας και θα μειώσει την πιθανότητα ιατρικών λαθών. Το σύστημα θα αποτελείται από μια σειρά από διακριτά μέρη τα οποία συνδυαστικά θα καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα της παροχής υπηρεσιών υγείας από τον ιατρό

A) Δυνατότητα θέσπισης κανόνων από τον ιατρό, παρακολούθηση και reporting

Το σύστημα δίνει στον ιατρό τη δυνατότητα να θέσει τους δικούς του κανόνες ως προς το τι είδους εγγραφές και μέσα σε ποια όρια θέλει να παρακολουθεί είτε για μεμονωμένους ασθενείς είτε για ομάδες ασθενών. Οι διαθέσιμες κατηγορίες εγγραφών θα είναι (i) μετρήσεις υγείας, (ii) συμπτώματα και (iii) συμμόρφωση στη φαρμακευτική αγωγή, ενώ οι διαθέσιμοι τελεστές (i) Μεγαλύτερο (ii) Μεγαλύτερο ή ίσο (iii) Ίσο (iv) Μικρότερο ή ίσο (v) Μικρότερο

Ο αλγόριθμος που θα δημιουργηθεί θα ελέγχει σε πραγματικό χρόνο καταχωρήσεις στο φάκελο υγείας του κάθε ασθενή για τις κατηγορίες εγγραφών που έχουν επιλεγεί και θα παράγει 2 κατηγορίες ειδοποιήσεων (α) Real time εντός της εφαρμογής (β) εγγραφές στο ημερήσιο report. Ο αλγόριθμος θα παρακολουθεί τα εισερχόμενα δεδομένα από την εφαρμογή ασθενή και θα στέλνει ειδοποιήσεις στον γιατρό όταν συγκεκριμένες μετρήσεις υγείας υπερβαίνουν ή πέφτουν κάτω από τα προκαθορισμένα όρια.

Το εργαλείο επιτρέπει στον ιατρό να διαχωρίσει τα κρίσιμα κατά την κρίση του γεγονότα από το σύνολο της πληροφορίας και να τα παρακολουθήσει, καθώς και να έχει άμεση εποπτεία του ασθενή σε σχέση με αυτά ώστε να μπορεί να παρεμβαίνει εγκαίρως. Θα προγραμματιστεί μια διαδικασία παραγωγής ημερήσιου report στο τέλος κάθε εργάσιμης ημέρας προκειμένου να δημιουργείται ένα αρχείο (ημερήσιο report) με όλη την απαραίτητη πληροφορία για τον ιατρό.

B) Προτάσεις δράσης σε ασθενείς με παρόμοια χαρακτηριστικά

Θα αναπτυχθεί ένα σύστημα μηχανικής μάθησης για τον εντοπισμό χρηστών με ομοειδή χαρακτηριστικά οι οποίοι θα ομαδοποιούνται αναλόγως σε clusters. Το σύστημα με βάση την αλληλεπίδραση του ιατρού με ασθενείς του ίδιου cluster θα προτείνει την διενέργεια αντίστοιχων πράξεων (πχ καταχώρηση στοιχείων, νέα συνταγογράφηση, νέο παραπεμπτικό) όταν παρατηρούνται κοινά trigger events (πχ αντίστοιχες τιμές εξετάσεων). Ο ιατρός μπορεί να επηρεάσει τη διαδικασία μέσω του συστήματος κατηγοριοποίησης ασθενών (tags). Αυτό σημαίνει ότι ασθενείς με κοινό tag θα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να ενταχθούν στο ίδιο cluster.

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Για να εκπαιδέσουμε τους αλγόριθμους, θα χρησιμοποιήσουμε ένα σύνολο δεδομένων ασθενών που έχουν επισημανθεί με διαγνώσεις. Το σύνολο δεδομένων θα χωριστεί σε ένα σετ εκπαίδευσης και ένα σύνολο δοκιμών και οι αλγόριθμοι θα εκπαιδευτούν στο σύνολο εκπαίδευσης χρησιμοποιώντας τεχνικές εποπτευόμενης εκμάθησης. Αφού εκπαιδευτούν οι αλγόριθμοι, θα δοκιμαστούν στο σετ δοκιμών για να αξιολογηθεί η ακρίβεια και η απόδοσή τους.

Θα ενσωματώσουμε επίσης τεχνικές εκμάθησης χωρίς επίβλεψη, όπως αλγόριθμους ομαδοποίησης, για να εντοπίσουμε μοτίβα στα δεδομένα του ασθενούς που ενδέχεται να μην είναι άμεσα εμφανή. Αυτό θα μας επιτρέψει να εντοπίσουμε πιθανές διαγνώσεις που μπορεί να μην έχουν ληφθεί υπόψη από τον πάροχο υγειονομικής περίθαλψης.

Για την ομαδοποίηση θα χρησιμοποιηθούν εργαλεία μηχανικής εκμάθησης διαθέσιμα στο Google Cloud Platform με κυριότερα το Google Cloud AutoML και το TensorFlow.

Θα γίνει χρήση του αλγόριθμου Fuzzy C-Means, ο οποίος είναι ένας αλγόριθμος ομαδοποίησης που επιτρέπει στα σημεία δεδομένων να ανήκουν σε πολλαπλά συμπλέγματα με διαφορετικούς βαθμούς ιδιότητας μέλους. Λειτουργεί αναθέτοντας επαναληπτικά κάθε σημείο δεδομένων σε ένα σύμπλεγμα, με βάση τη μέση τιμή του συμπλέγματος, και στη συνέχεια ενημερώνοντας τις μέσες τιμές μέχρι να σταθεροποιηθούν τα συμπλέγματα. Στην εφαρμογή, το Fuzzy C-Means θα χρησιμοποιηθεί για την ομαδοποίηση ασθενών με βάση τα συμπτώματα, τις μετρήσεις και το ιατρικό ιστορικό τους (συγκεκριμένα για την αρχική version: χρόνιες ασθένειες, ηλικία και κάπνισμα).

Οι αλγόριθμοι αυτής της κατηγορίας θα επανατροφοδοτούνται/ επανεκπαιδεύονται διαρκώς με τα δεδομένα που παράγονται από τους ιατρούς που θα χρησιμοποιηθούν το σύστημα ώστε να προκύπτουν πιο αποδοτικές εκδόσεις και να προσαρμόζονται σε αλλαγές στο περιβάλλον (πχ νέα φάρμακα, νέες ιατρικές πρακτικές).

Γ) Προκαθορισμένα σενάρια

Πέρα από τις προαναφερθείσες ειδοποιήσεις, δημιουργείται μια σειρά από προκαθορισμένα σενάρια στα οποία με βάση το προφίλ του χρήστη και αν ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες ο ιατρός λαμβάνει σχετική ειδοποίηση. Τα σενάρια αυτά στηρίζονται στα ισχύοντα θεραπευτικά πρωτόκολλα, αλλά και στις κατευθυντήριες που λαμβάνουμε από το συνεργαζόμενο δίκτυο ιατρών. Παραδείγματα αποτελούν η λήψη ειδοποίησης σε περίπτωση στατιστικά σημαντικής αλλαγής σε μέτρηση του ασθενή (πχ αρτηριακή πίεση) μετά την έναρξη λήψης φαρμάκου και η λήψη ειδοποίησης σε περίπτωση εμφάνισης σημαντικής διαφοροποίησης σε κάποιο δείκτη μετά από νοσηλεία. Τα σενάρια υλοποιούνται ως αλγόριθμοι της μορφής if-then και χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- (i) Σε αλγόριθμους που γίνονται triggered από συγκεκριμένες πράξεις του χρήστη ή του ασθενή (καταχώριση μέτρησης)
- (ii) Σε αλγόριθμους που τρέχουν σε τακτά χρονικά διαστήματα (1-24 ώρες) και υπολογίζουν αποκλίσεις από την τυπική συμπεριφορά για κάποιο ασθενή

Και στις δύο περιπτώσεις ο ιατρός ειδοποιείται είτε άμεσα είτε στο ημερήσιο report ανάλογα με τη βαρύτητα που έχει αποδοθεί στο συγκεκριμένο κανόνα. Έχουν σχεδιασθεί 12 κανόνες αυτής της μορφής

οι οποίοι θα είναι διαθέσιμοι κατά την πιλοτική δοκιμή και η λίστα αναμένεται να διευρυνθεί κατά τα επόμενα στάδια ανάπτυξης σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέγονται το feedback που λαμβάνουμε. Κλειδί θα αποτελέσει η ανάπτυξη deep learning algorithms για τον εντοπισμό patterns στη συμπεριφορά του χρήστη και την ενημέρωση του ιατρού όταν αποκλίνει σημαντικά από τις συστάσεις, υποστηρίζοντας έτσι τη λήψη ιατρικών αποφάσεων και την αποτελεσματική παρακολούθηση.

Δ) Ειδοποιήσεις βάση διαφοροποίησης τυπικών μοτίβων χρήστη

Κλειδί σε αυτό το κομμάτι θα αποτελέσει η ανάπτυξη deep learning αλγόριθμων για τον εντοπισμό μοτίβων στη συμπεριφορά του ασθενή και την ενημέρωση του ιατρού όταν αποκλίνει σημαντικά από τις συστάσεις, υποστηρίζοντας έτσι τη λήψη ιατρικών αποφάσεων και την αποτελεσματική παρακολούθηση. Σχεδιάζεται η δημιουργία συστήματος μηχανικής μάθησης που θα χρησιμοποιεί αλγόριθμους ανάλυσης χρονοσειρών και θα δέχεται ως input χρονοσειρές με δεδομένα του χρήστη τα οποία θα συνδυάζονται σε ζεύγη και θα υπολογίζει τις αναμενόμενες τιμές τους με βάση αυτό το input. Θα χρησιμοποιούνται heuristics για τον εντοπισμό των συνδυασμών από τους οποίους προκύπτουν στατιστικά σημαντικές τάσεις ή/ και πρότυπα (αλγόριθμος αποδοχής κατωφλίου) και θα ελέγχονται οι προβλεφθείσες τιμές σε σχέση με τις πραγματικές. Καθώς περισσότεροι ασθενείς θα χρησιμοποιούν το σύστημα, τα νέα δεδομένα θα βοηθήσουν στον εντοπισμό περισσότερων συνδέσεων οδηγώντας σε μια πιο πολυεπίπεδη παρακολούθηση της εξέλιξης της υγείας του κάθε χρήστη. Σε επόμενο στάδιο θα εξετασθεί η δυνατότητα ανάπτυξης μοντέλων μηχανικής εκμάθησης για συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης τα οποία θα εκπαιδευτούν στην πρόβλεψη κρίσιμων γεγονότων, όπως η σήψη ή η καρδιακή ανεπάρκεια, με βάση τα δεδομένα υγείας των ασθενών και τις ιστορικές τάσεις. Οι σχεδιαζόμενοι αλγόριθμοι θα υλοποιηθούν με το εργαλείο Tensor Flow στο Google Cloud Platform. Για να εκπαιδύσουμε τους αλγόριθμους, θα χρησιμοποιήσουμε ένα σύνολο δεδομένων ασθενών που έχουν επισημανθεί με διαγνώσεις. Το σύνολο δεδομένων θα χωριστεί σε ένα σετ εκπαίδευσης και ένα σύνολο δοκιμών και οι αλγόριθμοι θα εκπαιδευτούν στο σύνολο εκπαίδευσης χρησιμοποιώντας τεχνικές εκμάθησης χωρίς επίβλεψη για να εντοπίσουμε μοτίβα στα δεδομένα του ασθενούς που ενδέχεται να μην είναι άμεσα εμφανή. Αυτό θα μας επιτρέψει να εντοπίσουμε πιθανές διαγνώσεις που μπορεί να μην έχουν ληφθεί υπόψη από τον πάροχο υγειονομικής περίθαλψης.

Αλγόριθμοι εφαρμογής ασθενή Healthier

Αντίστοιχα με την εφαρμογή του ιατρού θα υλοποιηθούν αλγόριθμοι βασισμένοι σε μια σειρά από προκαθορισμένα σενάρια της μορφής if- then προκειμένου να ενδυναμωθεί ο ίδιος ο ασθενής να διαχειριστεί πιο αποτελεσματικά την υγεία του και να ειδοποιηθεί για δυνητικά επικίνδυνες καταστάσεις. Τα σενάρια υλοποιούνται ως αλγόριθμοι της μορφής if -then και χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- (i) Σε αλγόριθμους που γίνονται triggered από συγκεκριμένες πράξεις του χρήστη ή του ασθενή (καταχώριση μέτρησης)

- (ii) Σε αλγόριθμους που τρέχουν σε τακτά χρονικά διαστήματα (1-24 ώρες) και υπολογίζουν αποκλίσεις από την τυπική συμπεριφορά για κάποιο ασθενή

Και στις δύο περιπτώσεις ο ασθενής ειδοποιείται άμεσα με μηνύματα στην αρχική οθόνη της εφαρμογής. Η σειρά εμφάνισης των μηνυμάτων καθορίζεται από έναν αλγόριθμο σημαντικότητας που θα τρέχει κάθε 60 λεπτά και θα ανανεώνει τις εγγραφές. Έχουν σχεδιασθεί 18 κανόνες αυτής της μορφής οι οποίοι θα είναι διαθέσιμοι κατά την πιλοτική δοκιμή. Ενδεικτικά, οι κανόνες ελέγχουν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στη διάθεση, σε μετρήσεις, αλλαγές μετά την έναρξη λήψης νέου φαρμάκου και μετά από τη διαφοροποίηση στο μοτίβο άσκησης του ασθενή.

Αλγόριθμοι υποβοήθησης γενικής λειτουργικότητας

Στην ενότητα αυτή αναφέρονται συνοπτικά οι λοιποί αλγόριθμοι που θα υλοποιηθούν για τις τυπικές λειτουργίες της εφαρμογής. Οι αλγόριθμοι υλοποιούνται ως μέρος της λειτουργικότητας της εφαρμογής σε GraphQL και typescript.

Προστασία δεδομένων και κρυπτογράφηση

Για την προστασία των δεδομένων χρησιμοποιούνται γνωστοί αλγόριθμοι κρυπτογράφησης και πρωτόκολλα ελέγχου ταυτότητας (Auth 2.0, AES και RSA). Ο έλεγχος ταυτότητας χρήση θα υλοποιηθεί συνδυάζοντας διαφορετικές μεθόδους, όπως όνομα χρήση/κωδικό πρόσβασης και έλεγχος ταυτότητας δύο παραγόντων.

Αλγόριθμοι αναζήτησης

Οι γιατροί πρέπει να μπορούν να αναζητούν τα αρχεία ασθενών γρήγορα και αποτελεσματικά. Η εφαρμογή αλγορίθμων αναζήτησης όπως η δυαδική αναζήτηση ή οι πίνακες κατακερματισμού μπορεί να βοηθήσει τους γιατρούς να βρίσκουν γρήγορα αρχεία ασθενών.

Επικύρωση δεδομένων

Τα δεδομένα ασθενούς πρέπει να επικυρωθούν για να διασφαλιστεί ότι είναι ακριβή και πλήρη. Η εφαρμογή αλγορίθμων επικύρωσης δεδομένων, όπως κανονικές εκφράσεις, μπορεί να βοηθήσει να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα του ασθενούς είναι σωστά και χωρίς σφάλματα.

Αλγόριθμος ανάκτησης αρχείων ασθενών: Αυτός ο αλγόριθμος επιτρέπει στους γιατρούς να ανακτούν εύκολα αρχεία ασθενών. Ο αλγόριθμος σχεδιάζεται για να επιτρέπει στους γιατρούς να αναζητούν αρχεία ασθενών με όνομα, ΑΜΚΑ, email και άλλα σχετικά κριτήρια (πχ είδος μετρήσεων ή είδος φαρμακευτικής αγωγής). Οι αλγόριθμοι αυτής της κατηγορίας επιτρέπουν και τη συνδυαστική αναζήτηση και ανάκτηση.

HL7 compatible API

Το HL7 v3 CDA θα χρησιμοποιηθεί ως πρότυπο για την ηλεκτρονική ανταλλαγή πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ενοποίηση μεταξύ διαφορετικών παρόχων



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

υγειονομικής περίθαλψης και συστημάτων. Η εφαρμογή θα υποστηρίζει ένα FHIR RESTful API για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών παρόχων υγειονομικής περίθαλψης και συστημάτων.

Αλγόριθμος χρηματοοικονομικής αναφοράς

Αυτός ο αλγόριθμος επιτρέπει στους γιατρούς να δημιουργούν οικονομικές αναφορές, συμπεριλαμβανομένων εσόδων, υπολοίπων ασθενών και διαχρονικών στοιχείων.