

Σύστημα Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων
για τη Νόσο των Ανευρυσμάτων Κοιλιακής Αορτής
Βασισμένο σε Μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης



Παραδοτέο Π2.1.

Απαιτήσεις και Προδιαγραφές Συστήματος

Όνομα Αρχείου:	SAFE-AORTA -Π2.1-v0.6- Απαιτήσεις και Προδιαγραφές Συστήματος.pdf	Επίπεδο Διάδοσης:	Εμπιστευτικό
Ημερομηνία Υποβολής:	Φεβρουάριος 2024 (Μ6)	Κωδικός Έργου:	TAEDR-0535983
Κοινοπραξία:	ΕΜΠ, ΠΔΜ, ΠΚ, ΕΛΜΕΠΑ, ΠΑΔΑ, ΠΒΕΑΑ, ΠΑΠΕΛ	Υπεύθυνος Παραδοτέου:	ΕΛΚΕ ΠΔΜ
Διάρκεια:	28 μήνες	Κατάσταση:	Τελικό

ΛΙΣΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

Συγγραφείς				
#	Επίθετο	Όνομα	Φορέας	Email Επικοινωνίας
1	Αγγελίδης	Παντελής	ΠΔΜ	paggelidis@uowm.gr
2	Τσίπουρας	Μάρκος	ΠΔΜ	mtsipouras@uowm.gr
3	Τζημούρτα	Αικατερίνη	ΠΔΜ	ktzimourta@uowm.gr
4	Κατσούλη	Παρασκευή	ΠΔΜ	vivikatsouli@gmail.com
5	Σμυρλής	Παναγιώτης	ΠΔΜ	pan.smyrlis@gmail.com
6	Ντέτσκα	Αιμιλία	ΠΔΜ	aimili.10detska@gmail.com
7	Δημαράκη	Φωτεινή	ΠΔΜ	fodim96@gmail.com
Συν-συγγραφείς				
#	Επίθετο	Όνομα	Φορέας	Email Επικοινωνίας
1	Κουρής	Ιωάννης	ΕΜΠ	ikouris@biomed.ntua.gr
2	Κοντοπούλου	Βαΐα	ΕΜΠ	vaiakontop@biomed.ntua.gr
3	Βεζάκης	Ιωάννης	ΕΜΠ	ivezakis@biomed.ntua.gr
4	Ρακτιβάν	Κωνσταντίνος	ΕΜΠ	contracti@biomed.ntua.gr
5	Ζερβάκης	Μιχάλης	ΠΚ	mzervakis@tuc.gr
6	Αντωνάκης	Μάριος	ΠΚ	mantonakakis@tuc.gr
7	Μοιρογιώργου	Κωνσταντία	ΠΚ	kmoirogiorgou@tuc.gr
8	Σταυρουλάκης	Γεώργιος	ΠΚ	gestavroulakis@tuc.gr
9	Διαγγελάκης	Νίκος	ΠΚ	ndiangelakis@tuc.gr
10	Μπέη	Αικατερίνη	ΠΚ	abei@tuc.gr
11	Κουτουλάκης	Εμμανουήλ	ΕΛΜΕΠΑ	manoskout@ics.forth.gr
12	Δημητριάδης	Αφταντίλ	ΕΛΜΕΠΑ	dimitriadi@ics.forth.gr
13	Μαρκοδημητράκης	Εμμανουήλ	ΕΛΜΕΠΑ	manosmark@ics.forth.gr
14	Μανίκης	Γεώργιος	ΕΛΜΕΠΑ	manikis@hmu.gr
15	Μαριάς	Κώστας	ΕΛΜΕΠΑ	kmarias@hmu.gr
16	Καλατζής	Ιωάννης	ΠΑΔΑ	ikalatzis@uniwa.gr
17	Αναγνωστόπουλος	Κωνσταντίνος	ΙΙΒΕΑΑ	cdanagnostopoulos@bioacademy.gr
18	Χατζηϊωάννου	Αριστοτέλης	ΙΙΒΕΑΑ	achatzi@bioacademy.gr
19	Τζιρτζιλάκης	Ευστράτιος	ΠΑΠΕΛ	etzirtzilakis@go.uop.gr

ΛΙΣΤΑ ΚΡΙΤΩΝ

Κριτές				
#	Επίθετο	Όνομα	Φορέας	Email Επικοινωνίας
1	Ματσόπουλος	Γεώργιος	ΕΜΠ	gmatso@biomed.ntua.gr
2	Μανόπουλος	Χρήστος	ΕΜΠ	manopoul@central.ntua.gr
3	Ράπτης	Αναστάσιος	ΕΜΠ	raptistasos@mail.ntua.gr

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ

Έκδοση	Συγγραφέας	Ημερομηνία	Κατάσταση
0.1		10/2023	Προσχέδιο
0.2		11/2023	Προσχέδιο
0.3		12/2023	Προσχέδιο
0.4		01/2024	Προσχέδιο
0.5		02/2024	Προσχέδιο
0.6		02/2024	Τελικό

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	5
Κατάλογος Πινάκων	7
Κατάλογος Σχημάτων	8
Λίστα Συντομογραφιών	9
Περίληψη	10
1. Εισαγωγή	11
1.1 Σκοπός του παραδοτέου	11
1.2 Υπόβαθρο	12
1.3 Δομή του Εγγράφου	13
2. Προσέγγιση και Μεθοδολογία Ανάλυσης Δεδομένων	15
2.1 Μέθοδοι Έρευνας Πλαισίου Χρήσης	15
2.1.1 Ορισμός Πλαισίου Χρήσης	15
2.1.2 Μέθοδοι Ανάλυσης	15
2.1.3 Έρευνα μέσω Σχεδιασμού	17
2.2 Προσέγγιση Σχεδιασμού των Απαιτήσεων του SAFE-AORTA	18
2.2.1 Μεθοδολογία VOLERE	18
2.2.2 Απαιτήσεις (VOLERE Requirements Shell)	19
3. Χρήστες και Διαδικασίες	22
3.1 Στοχοθετούμενο Κοινό	22
3.1.1 Τελικοί Χρήστες	23
3.1.2 Κοινοπραξία Έργου	25
3.1.3 Ευρύτερο Σχετικό Κοινό	26
3.2 Πρότυπο Ορισμού Χρηστών	26
3.3 Σχεδιασμός Διαδικασιών	27
4. Κατευθυντήριες Γραμμές Ανάπτυξης	29
4.1 Διαδικασία Συλλογής Απαιτήσεων στο Έργο SAFE-AORTA	29
4.1.1 Ερωτηματολόγιο	29
4.1.2 Ιστορίες Χρηστών	29
4.1.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	29
4.1.4 Συνεντεύξεις	30
4.2 Απαιτήσεις και Βασικά Θέματα στο Πλαίσιο του Έργου	31
5. Κλινικές Απαιτήσεις	32
5.1 Υφιστάμενες εφαρμογές και λογισμικά	32
5.1.1 VIZ.AI	33
5.1.2 3mensio	34
5.1.3 ARVA	35
5.1.4 Aidoc	37
5.1.5 ThinkSono	38
5.2 Εμπόδια	41

5.3 Ανάγκες.....	42
5.4 Συλλογή Κλινικών Δεδομένων	44
5.5 Απαιτήσεις Παρακολούθησης Ασθενών	45
5.6 Ένταξη στην Κλινική Πράξη	46
6. Αρχιτεκτονική Συστήματος	48
6.1 Γενικές Απαιτήσεις ΨηφιδΑ.....	50
6.1.1 Τεχνικές Απαιτήσεις.....	50
6.1.2 Μονάδα Επεξεργασίας Εικόνας	51
6.1.3 Μονάδα Μορφολογικής Ανάλυσης	64
6.1.4 Μονάδα Αιμοδυναμικής.....	65
6.1.5 Μονάδα Μηχανικής Τοιχώματος.....	69
6.2 Γενικές Απαιτήσεις ΣΥΠΟΚΑ.....	70
6.2.1 Απαιτήσεις Απόδοσης και Αξιοπιστίας	71
6.2.2 Απαιτήσεις Διαλειτουργικότητας.....	71
6.2.3 Αξιολόγηση Απαιτήσεων.....	72
6.2.4 Συμμόρφωση και Κανονισμοί	72
6.3 Διεπαφή Χρήστη	74
7. Τεχνικές Απαιτήσεις	85
7.1 Απαιτήσεις Υλικού	85
7.2 Απαιτήσεις Λογισμικού.....	88
7.2.1 Προδιαγραφές Ασφάλειας.....	90
7.2.2 Προδιαγραφές Προσβασιμότητας Χρηστών	90
7.2.3 Προδιαγραφές Διαβάθμισης Χρηστών	90
7.2.4 Προδιαγραφές Διαχείρισης και Προσβασιμότητας Δεδομένων	91
8. Σενάρια Χρήσης του SAFE-AORTA.....	91
8.1 Πρότυπο Ανάπτυξης Σεναρίων Χρήσης	91
8.2 Προσδιορισμός Σεναρίων Χρήσης.....	92
UC-SA #1: Διάγνωση και Παρακολούθηση Ασθενή με Ανεύρυσμα Κοιλιακής Αορτής (ΑΚΑ)	92
UC-SA #2: Παρακολούθηση Ασθενή με Ανεύρυσμα Κοιλιακής Αορτής (ΑΚΑ).....	93
9. Περιπτώσεις Χρήσης.....	94
10. Αξιολόγηση Σεναρίων Χρήσης, Περιπτώσεων Χρήσης και Απαιτήσεων Χρηστών	106
10.1 Σύνδεση Σεναρίων Χρήσης με Ανάγκες και Απαιτήσεις Χρηστών	106
10.1.1 Σενάρια Χρήσης και Περιπτώσεις Χρήσης	106
10.1.2 Υπο-σενάρια Χρήσης και Εμπλεκόμενοι Δράστες.....	110
10.2 Σύνδεση Υπο-σεναρίων Χρήσης με Στόχους του Έργου	115
11. Συμπεράσματα.....	117
12. Βιβλιογραφία	118
13. Παράρτημα	122

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 – Τύποι Απαιτήσεων	20
Πίνακας 2 - Στοχοθετούμενο Κοινό	23
Πίνακας 3 - Συγκριτικός πίνακας των υφιστάμενων λογισμικών	40
Πίνακας 4. Συνοπτική απεικόνιση των βασικών υπομονάδων του ΨηφιδΑ και της ροής δεδομένων μεταξύ τους	50

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 - Εργασίες και Σύνδεση του Π2.1 με άλλες ΕΕ του έργου.....	12
Σχήμα 2 - Οι πιο γνωστές μέθοδοι για τη συλλογή αναγκών/απαιτήσεων	16
Σχήμα 3 - Το Requirements Shell ως οδηγός για την αναπαράσταση κάθε απαίτησης	20
Σχήμα 4 - Στοχοθετούμενο Κοινό.....	22
Σχήμα 5 – Οι τελικοί χρήστες του SAFE-AORTA	24
Σχήμα 6 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό VIZ.AI	34
Σχήμα 7 – Στιγμιότυπο από το λογισμικό 3mensio.....	35
Σχήμα 8 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό ARVA	36
Σχήμα 9 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό aidoc.....	37
Σχήμα 10 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό ThinkSono	39
Σχήμα 11 - Εμπόδια κατά τη διάρκεια ανάπτυξης και εφαρμογής της πλατφόρμας του SAFE-AORTA.....	41
Σχήμα 12 - Κύριες κλινικές απαιτήσεις του SAFE-AORTA	43
Σχήμα 13 - Αρχιτεκτονική συστήματος SAFE-AORTA	48
Σχήμα 14. Διάρθρωση της μονάδας Επεξεργασία εικόνας.....	52
Σχήμα 15. Απεικόνιση των 117 ανατομικών δομών που έχουν καταταμηθεί με τη χρήση του TotalSegmentator. Οι 23 κλάσεις σε κόκκινο χρώμα προστέθηκαν στη δεύτερη έκδοσή του.58	
Σχήμα 16. Απεικόνιση της αρχιτεκτονικής του μοντέλου Swin Unetr.	61
Σχήμα 17. Αρχιτεκτονική μοντέλου Μηχανικής Μάθησης του συστήματος.	67
Σχήμα 18. Τρόπος λειτουργίας του υλοποιηθέντος συστήματος.....	68
Σχήμα 19 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Εισαγωγή χρήστη».....	75
Σχήμα 20 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Ραντεβού γιατρού»	78
Σχήμα 21 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Λίστα Εξεταζόμενων – Ασθενών»	79
Σχήμα 22 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Προφίλ ασθενή».....	80
Σχήμα 23 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Στατιστικά στοιχεία ασθενή»	81
Σχήμα 24 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Εισαγωγή Νέου Εξεταζόμενου».....	82
Σχήμα 25 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «3D Viewer – DICOM».....	83
Σχήμα 26 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Ιατρικές μετρήσεις».....	84

Λίστα Συντομογραφιών

Συντομογραφία	Ορισμός
ΑΚΑ	Ανεύρυσμα Κοιλιακής Αορτής
ΨΗΦΙΔΑ	Ψηφιακό Δίδυμο Αορτής
ΣΥΠΟΚΑ	Σύστημα Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων
CT	Αξονική τομογραφία
CTA	Αξονική αγγειογραφία
MRI	Μαγνητική τομογραφία

Περίληψη

Το παρόν έγγραφο αποτελεί παραδοτέο για το έργο **SAFE-AORTA**, το οποίο χρηματοδοτείται από το Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας στο πλαίσιο του προγράμματος «Ελλάδα 2.0 ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΑΚΑΜΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ», της δράσης «Εμβληματικές δράσεις σε διαθεματικές επιστημονικές περιοχές με ειδικό ενδιαφέρον για την σύνδεση με τον παραγωγικό ιστό» (ID 16618) με κωδικό ΟΠΣ ΤΑ 5149305. Σκοπός του παραδοτέου είναι η αναφορά των αποτελεσμάτων και των ευρημάτων που προέκυψαν από τις δραστηριότητες που έχουν υλοποιηθεί μέχρι στιγμής στα πλαίσια της ΕΕ2 για τη διαμόρφωση και την ανάλυση των κλινικών και τεχνικών απαιτήσεων του συστήματος, αλλά και των προδιαγραφών και της αρχιτεκτονικής του συστήματος **SAFE-AORTA**. Το προτεινόμενο έργο **SAFE-AORTA** επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας καινοτόμου πλατφόρμας που υποστηρίζει τη διάγνωση, παρακολούθηση και θεραπεία ασθενών με ανεύρυσμα κοιλιακής αορτής (ΑΚΑ).

Βασικός στόχος της ΕΕ2, στην οποία αναφέρεται το παραδοτέο Π2.1, είναι η καθοριστική ανάλυση των κλινικών και τεχνικών απαιτήσεων του συστήματος, όπως επίσης και των προδιαγραφών και της αρχιτεκτονικής του συστήματος **SAFE-AORTA**.

1. Εισαγωγή

Το παραδοτέο Π2.1 αποτελεί ένα κρίσιμο έγγραφο για την ανάπτυξη του συστήματος **SAFE-AORTA**, καθώς καθορίζει τις απαιτήσεις και προδιαγραφές που θα διέπουν την υλοποίησή του. Το σύστημα αυτό στοχεύει στην υποστήριξη κλινικών αποφάσεων για τη διαχείριση των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής (ΑΚΑ), μια σοβαρή πάθηση που χρήζει ακριβούς διάγνωσης και παρακολούθησης.

Η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος απαιτεί τη συνεργασία μεταξύ ιατρικών επαγγελματιών και ειδικών στην πληροφορική, ώστε να διασφαλιστεί ότι το τελικό προϊόν θα ανταποκρίνεται στις πραγματικές ανάγκες της κλινικής πρακτικής. Το παρόν έγγραφο θα αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη του **SAFE-AORTA**, καθορίζοντας τόσο τις κλινικές όσο και τις τεχνικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται.

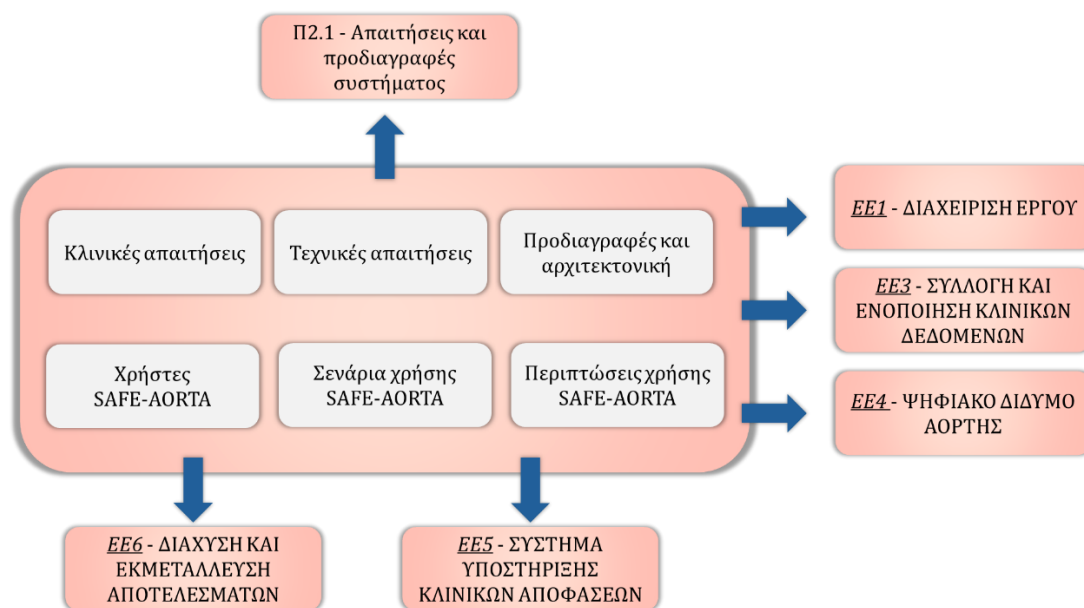
1.1 Σκοπός του παραδοτέου

Ο σκοπός του παραδοτέου είναι να αναλύσει και να τεκμηριώσει όλες τις απαιτήσεις και προδιαγραφές που απαιτούνται για την ανάπτυξη του συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων για τη νόσο των ΑΚΑ. Το συγκεκριμένο έγγραφο περιγράφει τις **κλινικές και τεχνικές απαιτήσεις του συστήματος**, τις **προδιαγραφές** και την **αρχιτεκτονική** του και τις εργασίες για την υποστήριξη της ανάλυσης των διαδικασιών των **χρηστών**, παρέχοντας μια λεπτομερή ανάλυση των **Σεναρίων και Υπο-σεναρίων Χρήσης και των Περιπτώσεων Χρήσης** που θα χρησιμοποιηθούν ως οδηγός για τις επόμενες φάσεις ανάπτυξης του έργου σε κάθε επιμέρους Ενότητα Εργασίας.

Πιο συγκεκριμένα, οι βασικοί στόχοι που εκπληρώθηκαν στο συγκεκριμένο παραδοτέο είναι οι εξής:

- Ορισμός της μεθοδολογίας διερεύνησης του πλαισίου χρήσης και της μεθοδολογίας διεξαγωγής των συνεντεύξεων με δυνητικούς τελικούς χρήστες του συστήματος.
- Δημιουργία κατάλληλου ερωτηματολογίου για τη συλλογή των απαιτήσεων των χρηστών.
- Ανάλυση των τελικών χρηστών του έργου και των βασικών τους απαιτήσεων.
- Περιγραφή των βασικών κατευθυντήριων γραμμών ανάπτυξης του έργου.
- Καθορισμός των βασικών κατηγοριών των Δραστών και δημιουργία των απαραίτητων μοντέλων για την ανάλυση των λειτουργιών των Διαδικασιών.
- Ανάπτυξη των Σεναρίων Χρήσης και των επιμέρους Υπο-σεναρίων, μέσω των οποίων θα αξιολογηθούν οι υπηρεσίες του έργου.
- Ανάλυση των Περιπτώσεων Χρήσης για τις λειτουργίες που θα πρέπει να επιτελεί το προτεινόμενο σύστημα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων **SAFE-AORTA**.
- Αξιολόγηση της σχέσης των Σεναρίων Χρήσης με τις Περιπτώσεις Χρήσης, τις απαιτήσεις των χρηστών, καθώς επίσης και με τους βασικούς στόχους του έργου.
- Καθορισμός της αρχιτεκτονικής του συστήματος και των τεχνικών προδιαγραφών για την υλοποίηση του **SAFE-AORTA**.

- Ανάλυση των απαιτήσεων προστασίας προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.



Σχήμα 1 - Εργασίες και Σύνδεση του Π2.1 με άλλες ΕΕ του έργου

Πιο συγκεκριμένα, το Π2.1 προκύπτει από τις δραστηριότητες της ΕΕ2 – «Απαιτήσεις, Προδιαγραφές και Αρχιτεκτονική Συστήματος», όπου περιλαμβάνεται αφενός ο ορισμός των απαιτήσεων και το περιβάλλον εφαρμογής του προτεινόμενου συστήματος και, αφετέρου, η προσέγγιση σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής του προτεινόμενου λογισμικού του **SAFE-AORTA**.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, μεταξύ του Π2.1 της ΕΕ2, αλλά και με τις υπόλοιπες ΕΕ (ΕΕ1, ΕΕ3, ΕΕ4, ΕΕ5 και ΕΕ6), διακρίνεται υψηλός βαθμός συνεργασίας. Επιπλέον, τα δεδομένα και τα συμπεράσματα που εξάγονται από αυτό το έγγραφο χρησιμοποιούνται σε επόμενα στάδια εργασιών, στο «Π2.2 - Σχέδιο διαχείρισης δεδομένων» και «Π2.3 - Λογισμικό **SAFE-AORTA**», για την αρχιτεκτονική και την τεχνική σχεδίαση του συστήματος, όπου θα αναλυθούν το πρωτόκολλο προτυποποίησης και εναρμόνισης των δεδομένων και η διαδικτυακή εφαρμογή **SAFE-AORTA** ως σημείο πρόσβασης των ιατρών για την καταχώριση και διαχείριση των δεδομένων και την ενημέρωσή τους ως προς τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

1.2 Υπόβαθρο

Τα Ανευρύσματα Κοιλιακής Αορτής (ΑΚΑ) αποτελούν μια σοβαρή απειλή για την υγεία, ιδιαίτερα σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας. Σύμφωνα με πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες, ο επιπολασμός των ΑΚΑ κυμαίνεται από 4% έως 8% σε άνδρες άνω των 65 ετών, ενώ στις γυναίκες της ίδιας ηλικιακής ομάδας το ποσοστό είναι χαμηλότερο, περίπου 0,5% έως 1,5% (Benson et al., 2019; Saedon et al., 2022). Η συχνότητα εμφάνισης αυξάνεται σημαντικά με την ηλικία, με τον κίνδυνο να διπλασιάζεται κάθε δεκαετία μετά τα 55 έτη (Riambau et al., 2020). Επιπλέον, η θνησιμότητα από ρήξη ΑΚΑ παραμένει υψηλή, με ποσοστά που φτάνουν το 80% για τα περιστατικά που φτάνουν στο νοσοκομείο και περίπου 50% για εκείνα που υποβάλλονται σε επείγουσα χειρουργική επέμβαση (Mayo Clinic, 2021a). Η σημασία της έγκαιρης διάγνωσης και αποτελεσματικής διαχείρισης των ΑΚΑ έγκειται στον υψηλό κίνδυνο ρήξης που ενέχουν. Η πιθανότητα ρήξης αυξάνεται εκθετικά με την αύξηση της διαμέτρου του ανευρύσματος, με τα ανευρύσματα διαμέτρου άνω των 5,5 εκατοστών να θεωρούνται υψηλού

κινδύνου (Mayo Clinic, 2021b). Ωστόσο, η πρόβλεψη του κινδύνου ρήξης παραμένει μια πρόκληση, καθώς εξαρτάται από πολλαπλούς παράγοντες πέραν του μεγέθους, όπως ο ρυθμός αύξησης, η μορφολογία του ανευρύσματος και τα χαρακτηριστικά του ασθενούς (Riambau et al., 2020).

Οι τρέχουσες μέθοδοι διάγνωσης και παρακολούθησης των ΑΚΑ βασίζονται κυρίως σε απεικονιστικές τεχνικές όπως το υπερηχογράφημα και η αξονική τομογραφία (CT) (National Institute for Health and Care Excellence, 2020). Αν και αυτές οι μέθοδοι παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες, έχουν περιορισμούς στην ακριβή πρόβλεψη του κινδύνου ρήξης και στην εξατομίκευση της θεραπευτικής προσέγγισης. Επιπλέον, η συχνή παρακολούθηση με CT ενέχει κινδύνους από την έκθεση σε ακτινοβολία και τη χρήση σκιαγραφικών ουσιών (Mayo Clinic, 2021b). Η ανάγκη για προηγμένες τεχνολογικές λύσεις στη διαχείριση των ΑΚΑ είναι επιτακτική. Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση προσφέρουν νέες δυνατότητες για την ανάλυση πολύπλοκων δεδομένων και την εξαγωγή προγνωστικών μοντέλων που μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την κλινική πρακτική (Lareyre et al., 2019).

Το έργο **SAFE-AORTA** αναπτύσσεται ως απάντηση σε αυτήν την ανάγκη, στοχεύοντας στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων για τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των ΑΚΑ (Hellenic Mediterranean University, 2023a). Το **SAFE-AORTA** ενσωματώνει προηγμένες τεχνολογίες απεικόνισης και ανάλυσης δεδομένων για να παρέχει στους κλινικούς ιατρούς ένα ισχυρό εργαλείο για την εκτίμηση του κινδύνου ρήξης ανευρύσματος και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων θεραπείας (Hellenic Mediterranean University, 2023a). Η πλατφόρμα αξιοποιεί αλγόριθμους βαθιάς μάθησης για την ανάλυση εικόνων αξονικής τομογραφίας (CT) και αξονικής αγγειογραφίας (CTA), επιτρέποντας την ακριβή μέτρηση της διαμέτρου και του όγκου του ανευρύσματος, καθώς και την αξιολόγηση της μορφολογίας του (Lareyre et al., 2019). Με την ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών και την αξιοποίηση μεγάλων όγκων δεδομένων, το έργο στοχεύει στη βελτίωση των κλινικών αποτελεσμάτων και της ποιότητας ζωής των ασθενών με ΑΚΑ, ενώ παράλληλα μειώνει το κόστος για το σύστημα υγείας (Hellenic Mediterranean University, 2023b).

1.3 Δομή του Εγγράφου

Ολοκληρώνοντας την εισαγωγή του Π2.1, το υπόλοιπο παραδοτέο δομείται ως εξής:

Το *Κεφάλαιο 2* αναλύει τη μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθείται για την ανάλυση δεδομένων στο έργο **SAFE-AORTA**. Περιγράφει τις μεθόδους έρευνας πλαισίου χρήσης, τον ορισμό του πλαισίου χρήσης, τις μεθόδους ανάλυσης και την έρευνα μέσω σχεδιασμού, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της προσέγγισης του έργου.

Το *Κεφάλαιο 3* εστιάζει στους τελικούς χρήστες του συστήματος και τις διαδικασίες που ακολουθούνται. Περιγράφει τις διάφορες ομάδες χρηστών, συμπεριλαμβανομένων των ιατρών και του ιατρικού προσωπικού, και αναλύει τον τρόπο με τον οποίο θα αλληλεπιδρούν με το σύστημα **SAFE-AORTA**.

Το *Κεφάλαιο 4* παρουσιάζει τις βασικές κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη του συστήματος **SAFE-AORTA**. Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη συλλογή απαιτήσεων, τις μεθόδους ανάπτυξης και τις προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του έργου.

Το *Κεφάλαιο 5* αναλύει λεπτομερώς τις κλινικές απαιτήσεις του συστήματος **SAFE-AORTA**. Περιγράφει τις ανάγκες των ιατρών και των ασθενών, τις απαιτήσεις για τη διάγνωση και

παρακολούθηση των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής, καθώς και τις προδιαγραφές για την υποστήριξη κλινικών αποφάσεων.

Το *Κεφάλαιο 6* περιγράφει την αρχιτεκτονική του συστήματος **SAFE-AORTA**. Αναλύει τη δομή του συστήματος, τα επιμέρους υποσυστήματα και τον τρόπο με τον οποίο αυτά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Επίσης, περιλαμβάνει πληροφορίες για το σχέδιο διαχείρισης δεδομένων.

Το *Κεφάλαιο 7* εστιάζει στις τεχνικές απαιτήσεις του συστήματος **SAFE-AORTA**. Περιγράφει τις απαιτήσεις υλικού και λογισμικού, τις προδιαγραφές για την αρχιτεκτονική του συστήματος, καθώς και τις απαιτήσεις για την ασφάλεια και την προστασία των δεδομένων.

Το *Κεφάλαιο 8* παρουσιάζει διάφορα σενάρια χρήσης του συστήματος **SAFE-AORTA**. Περιγράφει πώς οι χρήστες θα αλληλεπιδρούν με το σύστημα σε διάφορες καταστάσεις, παρέχοντας παραδείγματα από την καθημερινή κλινική πρακτική.

Το *Κεφάλαιο 9* αναλύει τις περιπτώσεις χρήσης του συστήματος **SAFE-AORTA**. Παρουσιάζει λεπτομερείς περιγραφές των λειτουργιών του συστήματος και πώς αυτές θα χρησιμοποιηθούν από τους διάφορους τύπους χρηστών.

Το *Κεφάλαιο 10* εστιάζει στην αξιολόγηση των σεναρίων χρήσης, των περιπτώσεων χρήσης και των απαιτήσεων των χρηστών. Αναλύει πώς αυτά τα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους και πώς συμβάλλουν στην επιτυχή υλοποίηση του συστήματος **SAFE-AORTA**.

2. Προσέγγιση και Μεθοδολογία Ανάλυσης Δεδομένων

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η επισκόπηση των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα του πλαισίου χρήσης του έργου **SAFE-AORTA**, καθώς και η ανάλυση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τον εντοπισμό και τον σχεδιασμό των απαιτήσεων των τελικών χρηστών του συστήματος.

2.1 Μέθοδοι Έρευνας Πλαισίου Χρήσης

Η έρευνα του πλαισίου χρήσης αποτελεί θεμελιώδες στάδιο για την ανάπτυξη του συστήματος **SAFE-AORTA**. Περιλαμβάνει τη συστηματική μελέτη του περιβάλλοντος και των συνθηκών στις οποίες θα λειτουργήσει το σύστημα, με έμφαση στις ανάγκες και τις προσδοκίες των τελικών χρηστών. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ποικίλλουν και περιλαμβάνουν συνεντεύξεις με ιατρούς, παρατήρηση κλινικών διαδικασιών και ανάλυση υφιστάμενων συστημάτων. Μέσω αυτών των μεθόδων, συλλέγονται πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού και της λειτουργικότητας του **SAFE-AORTA**.

2.1.1 Ορισμός Πλαισίου Χρήσης

Το πλαίσιο χρήσης για το **SAFE-AORTA** καθορίζεται από το κλινικό περιβάλλον στο οποίο θα εφαρμοστεί το σύστημα. Περιλαμβάνει τις διαδικασίες διάγνωσης, παρακολούθησης και θεραπείας ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής, καθώς και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ιατρών, ασθενών και του συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων. Ο καθορισμός του πλαισίου χρήσης λαμβάνει υπόψη τις τεχνολογικές υποδομές των νοσοκομείων, τις ροές εργασίας των ιατρών και τις απαιτήσεις για την προστασία των δεδομένων των ασθενών. Μέσω της λεπτομερούς ανάλυσης αυτών των παραμέτρων, διασφαλίζεται ότι το **SAFE-AORTA** θα ενσωματωθεί αποτελεσματικά στην κλινική πρακτική, βελτιώνοντας την ποιότητα της φροντίδας των ασθενών.

2.1.2 Μέθοδοι Ανάλυσης

Η διαδικασία συλλογής πληροφοριών για την αποσαφήνιση των απαιτήσεων και αναγκών αποτελεί ένα κρίσιμο στάδιο σε κάθε έργο, ανεξαρτήτως μεγέθους. Οι μέθοδοι ανάλυσης που εφαρμόζονται στο έργο **SAFE-AORTA** είναι πολυδιάστατες και στοχεύουν στην εις βάθος κατανόηση των αναγκών και των προκλήσεων στη διαχείριση ΑΚΑ. Η κατανόηση και η ικανοποίηση των αναγκών των χρηστών είναι θεμελιώδης προϋπόθεση για την επιτυχία του έργου. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την αναγνώριση και τεκμηρίωση των απαιτήσεων που σχετίζονται με το έργο, όπως οι ανάγκες πελατών, χρηστών ή άλλων ενδιαφερόμενων μερών. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη κατάλληλων λύσεων, είτε πρόκειται για προϊόντα, υπηρεσίες ή λογισμικό.

Για τη συλλογή αυτών των δεδομένων χρησιμοποιούνται ποικίλες μέθοδοι και τεχνικές, όπως συνεντεύξεις, ανταλλαγή απόψεων, ομάδες εστίασης και ερωτηματολόγια (Σχήμα 2). Μέσω αυτών των μεθόδων, εντοπίζονται κρίσιμα σημεία στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και αναδεικνύονται ευκαιρίες για την ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης στην κλινική πρακτική.

Καταιγισμός Ιδεών (Brainstorming)

Ο καταιγισμός ιδεών χρησιμοποιείται για τη συλλογή όσο το δυνατόν περισσότερων ιδεών από μια ομάδα ανθρώπων. Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται για τον εντοπισμό πιθανών λύσεων σε προβλήματα και την αποσαφήνιση λεπτομερειών σχετικών με ευκαιρίες που ανακύπτουν.



Σχήμα 2 - Οι πιο γνωστές μέθοδοι για τη συλλογή αναγκών/απαιτήσεων

Ανάλυση Εγγράφων

Η εξέταση υφιστάμενων συστημάτων ή εγγράφων αποτελεί μια μέθοδο συλλογής πληροφοριών που βοηθά στην ανάπτυξη νέων απαιτήσεων. Μέσα από την ανάλυση αυτών των εγγράφων μπορούν να εντοπιστούν ερωτήματα και πληροφορίες, συμβάλλοντας στην επικύρωση της πληρότητας των απαιτήσεων.

Ομάδα Εστίασης

Οι ομάδες εστίασης αποτελούνται από άτομα που αντιπροσωπεύουν τους χρήστες ή τους πελάτες ενός προϊόντος. Στόχος τους είναι η συλλογή σχολίων σχετικά με ανάγκες, προβλήματα και ευκαιρίες ή η επικύρωση και βελτίωση ήδη καθορισμένων απαιτήσεων. Η μέθοδος αυτή διαφέρει από τον καταιγισμό ιδεών, καθώς πρόκειται για μια διαχειριζόμενη και εστιασμένη διαδικασία.

Ανάλυση Διεπαφής

Η ανάλυση διεπαφής αφορά τις ανθρώπινες ή μηχανικές αλληλεπιδράσεις ενός προϊόντος με εξωτερικά συστήματα. Η μελέτη αυτών των σημείων επαφής διασφαλίζει ότι δεν παραλείπονται απαιτήσεις που δεν είναι εμφανείς στους τελικούς χρήστες.

Συνέντευξη

Οι συνεντεύξεις είναι ζωτικής σημασίας για τη συλλογή πληροφοριών από χρήστες και ενδιαφερόμενα μέρη. Μέσα από αυτή τη διαδικασία ο ερευνητής μπορεί να κατανοήσει τους στόχους και τις προσδοκίες των συμμετεχόντων. Η προσεκτική ακρόαση αποτελεί βασική δεξιότητα για την αξιοποίηση αυτής της μεθόδου.

Παρατήρηση

Η παρατήρηση, είτε παθητική είτε ενεργή, είναι μια μέθοδος που επιτρέπει στον ερευνητή να εντοπίσει διαδικασίες, αδυναμίες και ευκαιρίες βελτίωσης. Η ενεργή παρατήρηση, που περιλαμβάνει την υποβολή ερωτήσεων, είναι ιδανική για την κατανόηση των υπάρχουσών διαδικασιών, ενώ η παθητική είναι καταλληλότερη για τη λήψη σχολίων σχετικά με πρωτότυπα.

Πρωτότυπο

Η δημιουργία πρωτοτύπων είναι μια σύγχρονη μέθοδος συλλογής απαιτήσεων. Στην προσέγγιση αυτή, αναπτύσσεται μια προκαταρκτική εκδοχή της λύσης, η οποία παρουσιάζεται στους ενδιαφερόμενους. Με βάση τα σχόλια που λαμβάνονται, το πρωτότυπο τροποποιείται και επανεξετάζεται μέχρι να καλύψει ικανοποιητικά τις απαιτήσεις.

Εργαστήρια Απαιτήσεων

Τα εργαστήρια απαιτήσεων είναι οργανωμένες συνεδρίες καταιγισμού ιδεών, όπου τα εμπλεκόμενα μέρη συνεργάζονται για την τεκμηρίωση των απαιτήσεων. Η χρήση δύο αναλυτών κατά τη διάρκεια αυτών των εργαστηρίων μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητά τους.

Αντίστροφη Μηχανική

Η αντίστροφη μηχανική χρησιμοποιείται όταν ένα υπάρχον σύστημα στερείται επαρκούς τεκμηρίωσης. Αυτή η μέθοδος αποσκοπεί στον εντοπισμό των λειτουργιών του συστήματος, χωρίς ωστόσο να καθορίζει ποιες είναι οι βέλτιστες πρακτικές ή τα λάθη του.

Έρευνα/Ερωτηματολόγιο

Οι έρευνες και τα ερωτηματολόγια είναι χρήσιμα για τη συλλογή δεδομένων από μεγάλο αριθμό ατόμων, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν περιορισμοί χρόνου και πόρων. Ο σωστός σχεδιασμός τους είναι κρίσιμος για την αποφυγή προκαταλήψεων και τη διασφάλιση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων.

Χαρτογράφηση Ιστοριών Χρηστών

Η χαρτογράφηση ιστοριών χρηστών περιγράφει πώς ένας χρήστης αλληλεπιδρά με το προϊόν ή την υπηρεσία, εντοπίζοντας τα πιο σημαντικά βήματα που προσθέτουν αξία στην εμπειρία του χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο, δίνεται προτεραιότητα στις δυνατότητες που είναι πιο χρήσιμες και απαραίτητες για τους τελικούς χρήστες.

Με την εφαρμογή αυτών των μεθόδων, η διαδικασία συλλογής απαιτήσεων γίνεται πιο συστηματική, ακριβής και αποτελεσματική, εξασφαλίζοντας ότι το τελικό προϊόν ή σύστημα ανταποκρίνεται στις πραγματικές ανάγκες των χρηστών και των ενδιαφερομένων.

2.1.3 Έρευνα μέσω Σχεδιασμού

Η έρευνα μέσω σχεδιασμού αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στην ανάπτυξη του **SAFE-AORTA**, συνδυάζοντας θεωρητική έρευνα με πρακτική εφαρμογή. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη πρωτοτύπων και την επαναληπτική δοκιμή τους σε πραγματικές κλινικές συνθήκες, επιτρέποντας τη συνεχή βελτίωση του συστήματος. Οι ιατροί και οι ερευνητές συνεργάζονται στενά, αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων λύσεων και προσαρμόζοντας το σχεδιασμό βάσει των ευρημάτων. Μέσω αυτής της διαδικασίας, το **SAFE-AORTA** εξελίσσεται συνεχώς, ενσωματώνοντας τις πιο πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις και ανταποκρινόμενο στις μεταβαλλόμενες ανάγκες της κλινικής πρακτικής.

Σενάρια

Τα σενάρια αποτελούν περιγραφές ελεύθερης μορφής, που αποτυπώνουν τόσο τις υπάρχουσες πρακτικές όσο και τις μελλοντικές δυνατότητες ενός προϊόντος ή ενός συστήματος υπό ανάπτυξη. Συνήθως, τα σενάρια δεν εστιάζουν σε λεπτομέρειες της αλληλεπίδρασης ή του συστήματος. Αντίθετα, προσφέρουν μια γενική και πιο ευέλικτη περιγραφή, διευκολύνοντας τους χρήστες να κατανοήσουν το γενικό πλαίσιο λειτουργίας, χωρίς να περιορίζονται σε τεχνικές λεπτομέρειες. Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες μπορούν ευκολότερα να αξιολογήσουν αν το συγκεκριμένο σενάριο καλύπτει τις ανάγκες τους και αν μπορεί να ενταχθεί στο προτεινόμενο πλαίσιο του συστήματος.

Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagrams)

Τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του χρήστη και του συστήματος. Εστιάζουν στις ενέργειες που εκτελεί ο χρήστης και στις απαντήσεις που παρέχει το σύστημα. Αυτά τα διαγράμματα είναι εξαιρετικά χρήσιμα για να διατηρηθεί η προσοχή στις απαιτήσεις των τελικών χρηστών καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του συστήματος, διασφαλίζοντας ότι το τελικό προϊόν ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις προσδοκίες τους.

2.2 Προσέγγιση Σχεδιασμού των Απαιτήσεων του SAFE-AORTA

Για το σχεδιασμό της ανάπτυξης του έργου και τη βέλτιστη εξέλιξη της προόδου των εργασιών, το έργο **SAFE-AORTA** υιοθετεί σύγχρονες μεθόδους διαχείρισης στα πρότυπα αναγνωρισμένων διαδικασιών. Συγκεκριμένα, υιοθετεί τις αρχές και τη φιλοσοφία της μεθοδολογίας VOLERE για τον καθορισμό των απαιτήσεων του συστήματος και την πορεία του έργου. Παρακάτω, αναλύεται η επιμέρους μεθοδολογική προσέγγιση από την ερευνητική ομάδα.

2.2.1 Μεθοδολογία VOLERE

Η μεθοδολογία **VOLERE** είναι μια διεθνώς αναγνωρισμένη προσέγγιση για τη συλλογή, ανάλυση και τεκμηρίωση απαιτήσεων. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία παρατηρείται ως συστηματική προσέγγιση στη βιβλιογραφία από το 1995 και είναι προϊόν διαχρονικής εμπειρίας και μελέτης στο σχεδιασμό έργου, όπως το **SAFE-AORTA**, και απαιτήσεων. Θέτει ένα πλαίσιο για τον καθορισμό των απαιτήσεων του έργου στη φιλοσοφία της συστηματικής αξιολόγησης, ενδελεχούς ανάλυσης με σαφή και κατά το δυνατόν μετρήσιμους στόχους που θα οδηγήσουν στο βέλτιστο τελικό προϊόν.

Η **VOLERE** οργανώνει τις απαιτήσεις σε 27 βασικές ενότητες, οι οποίες περιλαμβάνουν σχεδόν 100 υποενότητες για την πλήρη περιγραφή και κατανόησή τους. Από αυτές, 33 υποενότητες αναφέρονται συγκεκριμένα σε διαφορετικούς τύπους απαιτήσεων, ενώ οι υπόλοιπες περιλαμβάνουν βοηθητικές πληροφορίες, όπως **Περιπτώσεις Χρήσης** και πρόσθετα στοιχεία που διευκολύνουν την ανάπτυξη του συστήματος. Η αναλυτική κατηγοριοποίηση επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων, διασφαλίζοντας ότι όλες οι πτυχές του έργου λαμβάνονται υπόψη.

Στο πλαίσιο του **SAFE-AORTA**, η μεθοδολογία VOLERE βοηθά στη διαχείριση των απαιτήσεων που σχετίζονται με:

- Την εισαγωγή και ανάλυση απεικονιστικών και κλινικών δεδομένων
- Την παρακολούθηση ασθενών

- Την ανάπτυξη του Ψηφιακού Διδύμου Αορτής (ΨΗΦΙΔΑ) και του Συστήματος Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων (ΣΥΠΟΚΑ)

Η VOLERE καθορίζει, επίσης, ένα **μοντέλο διεργασιών** που καθοδηγεί τη συνολική διαδικασία προσδιορισμού απαιτήσεων. Το μοντέλο αυτό περιγράφεται αναλυτικά στη συνέχεια και προσαρμόζεται στο **SAFE-AORTA** για να εξασφαλίσει τη συστηματική προσέγγιση όλων των αναγκών των χρηστών.

Η διαδικασία αρχικά, κάνει τη διάκριση των απαιτήσεων σε λειτουργικές, μη λειτουργικές και τεχνικές. Οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις, ορίζουν το τι πρέπει να κάνει το σύστημα και πως να συμπεριφέρεται, ενώ οι μη λειτουργικές το πως το σύστημα εξυπηρετεί τις απαιτήσεις αυτές με ποιοτικά μέτρα, όπως και τους περιορισμούς. Τέλος, οι τεχνικές απαιτήσεις ορίζουν τον τρόπο που η ομάδα εργασίας θα υλοποιήσει το σύστημα και θα διεκπεραιώσει το έργο, τα συγκεκριμένα πρότυπα και την τεχνολογική μέθοδο και περιορισμούς.

2.2.2 Απαιτήσεις (VOLERE Requirements Shell)

Για το σχεδιασμό του **SAFE-AORTA**, στη φιλοσοφία των προτεινόμενων αρχών του πλαισίου **VOLERE** γίνεται η ανάλυση των απαιτήσεων και ο σχεδιασμός του έργου, δίνοντας τις κατευθυντήριες οδηγίες και οριοθετώντας την ανάπτυξη του συστήματος. Στο παρόν παραδοτέο, συγκεντρώνονται και καταγράφονται οι απαιτήσεις, καταγράφονται τα πρωτόκολλα και οι μέθοδοι συλλογής τους, γίνεται ο καθορισμός της αρχιτεκτονικής του έργου, των διαδικασιών δοκιμών και αξιολόγησής του, και εξετάζονται διεξοδικά ζητήματα συμβατότητας και τα εμπόδια υλοποίησης. Γίνεται επίσης επισκόπηση/έρευνα της αγοράς και των συγκεκριμένων αναγκών που το **SAFE-AORTA** έρχεται να καλύψει, και γίνεται μελέτη και καθορισμός των περιπτώσεων χρήσης. Το παραδοτέο αυτό, περιλαμβάνει τον καθορισμό των προδιαγραφών του συστήματος και καθορίζει πολυεπίπεδα τη σχεδίαση του συστήματος και των υπομονάδων.

Το **Requirements Shell** της **VOLERE** αποτελεί ένα γενικό πρότυπο για τη δομημένη καταγραφή των απαιτήσεων. Η μορφή του μοιάζει με μια κάρτα ευρετηρίου, αλλά παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής λεπτομερειών που είναι απαραίτητες για τη σωστή τεκμηρίωση και παρακολούθηση των απαιτήσεων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του συστήματος. Το πρότυπο αυτό ενσωματώνει:

- **Τίτλο Απαίτησης:** Για τη σαφή αναγνώριση της απαίτησης.
- **Περιγραφή:** Μια λεπτομερής επεξήγηση της απαίτησης, περιλαμβάνοντας τις ανάγκες που καλύπτει.
- **Κριτήρια Αποδοχής:** Τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί η απαίτηση.
- **Αναφορές:** Συνδέσεις με άλλες απαιτήσεις ή εξωτερικές πηγές.
- **Ιδιοκτήτη:** Το άτομο ή την ομάδα που ευθύνεται για την απαίτηση.

Το πρότυπο αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στο πλαίσιο του **SAFE-AORTA**, καθώς παρέχει μια ενιαία, δομημένη μορφή για την τεκμηρίωση:

- Των **κλινικών απαιτήσεων**, όπως οι προδιαγραφές για τη διάγνωση και παρακολούθηση ανευρυσμάτων.
- Των **τεχνικών απαιτήσεων**.

- Των **χρηστικών απαιτήσεων**, όπως η φιλικότητα της διεπαφής χρήστη.

Το Requirements Shell χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα εργαλεία του **SAFE-AORTA** για την καταγραφή, ανάλυση και επικύρωση των απαιτήσεων, διασφαλίζοντας ότι οι τελικοί χρήστες (γιατροί, ασθενείς και διοικητικό προσωπικό) λαμβάνουν ένα σύστημα που ανταποκρίνεται στις πραγματικές τους ανάγκες.

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η γενική μορφή του «Requirements Shell» (Myronenko et al., 2022), η οποία θυμίζει τη διάταξη μιας κάρτας ευρετηρίου. Η δομή αυτή χρησιμεύει ως ένα πρότυπο για την αναλυτική καταγραφή των απαιτήσεων, παρέχοντας ένα συνεκτικό πλαίσιο που μπορεί να αξιοποιηθεί με τη βοήθεια κατάλληλων εργαλείων τεχνικής υποστήριξης κατά τη διαδικασία συγγραφής των απαιτήσεων.

Requirement #: 75	Requirement Type: 9	Event/BUC/PUC #: 7, 9
Description: The product shall record all the roads that have been treated		
Rationale: To be able to schedule untreated roads and highlight potential danger		
Originator: Arnold Snow - Chief Engineer		
Fit Criterion: The recorded treated roads shall agree with the drivers' road treatment logs and shall be up to date within 30 minutes of the completion of the road's treatment		
Customer Satisfaction: 3	Customer Dissatisfaction: 5	
Dependencies: All requirements using road and scheduling data	Conflicts: 105	
Supporting Materials:	Work context diagram, terms definitions in section 5	
History: Created February 29, 2010	Volere Copyright © Atlantic Systems Guild	

Σχήμα 3 - Το Requirements Shell ως οδηγός για την αναπαράσταση κάθε απαίτησης

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3, τα βασικότερα πεδία που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση κάθε απαίτησης είναι ο **Συλλογισμός** (Rationale), ο οποίος παρέχει την αιτιολόγηση της απαίτησης, και το **Κριτήριο Καταλληλότητας** (Fit Criterion), που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της συμβατότητας της προτεινόμενης λύσης με την αρχική απαίτηση. Η σημασία αυτών των πεδίων έγκειται στο ότι, σε συνδυασμό με την **Περιγραφή** (Description) του σκοπού της απαίτησης, διευκολύνουν τον εντοπισμό και τη διάκριση διαφορετικών προβλημάτων.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία Volere, όλες οι πληροφορίες που περιλαμβάνονται στον ορισμό των απαιτήσεων πρέπει να ταξινομούνται σε συγκεκριμένους τύπους. Με αυτό τον τρόπο, η ταξινόμηση διευκολύνει τόσο τη χρήση των ήδη καταγεγραμμένων απαιτήσεων όσο και τον συντονισμό μεταξύ των ερευνητών που συνεργάζονται στο ίδιο έργο. Οι τύποι αυτοί συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2).

Πίνακας 1 - Τύποι Απαιτήσεων

Τύπος Απαιτήσεων	Ενότητες Προσδιορισμού
Κινητήριοι Δύναμη	<ol style="list-style-type: none"> 1. Σκοπός του έργου 2. Εμπλεκόμενοι (γιατροί, ασθενείς, διοικητικό προσωπικό)

	3. Αναμενόμενα Οφέλη (βελτίωση διάγνωσης, εξατομικευμένη θεραπεία)
Περιορισμοί του Έργου	4. Νομικές και κανονιστικές απαιτήσεις (π.χ., GDPR) 5. Τεχνολογικοί Περιορισμοί 6. Υποθέσεις και Δεδομένα (π.χ., διαθέσιμες ιατρικές εικόνες, συχνότητα δεδομένων)
Λειτουργικές Απαιτήσεις	7. Εισαγωγή και ανάλυση δεδομένων (απεικονιστικά, αιμοδυναμικά) 8. Παρακολούθηση ασθενών σε πραγματικό χρόνο 9. Ανάλυση και αξιολόγηση κινδύνου 10. Υποστήριξη προεγχειρητικού σχεδιασμού
Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις	11. Χρηστικότητα και φιλικότητα προς τον χρήστη 12. Απόδοση (π.χ., ταχύτητα ανάλυσης δεδομένων) 13. Ασφάλεια και προστασία δεδομένων 14. Διαλειτουργικότητα με εξωτερικά συστήματα (π.χ. φορητές συσκευές) 15. Απαιτήσεις συντήρησης και υποστήριξης (π.χ., ενημερώσεις αλγορίθμων) 16. Απαιτήσεις ανθεκτικότητας (συνέχιση λειτουργίας σε περιπτώσεις αποτυχίας)
Θέματα του Έργου	17. Ανοιχτά ζητήματα (π.χ., έλλειψη δεδομένων, δοκιμές συστήματος) 18. Κόστος και προϋπολογισμός 19. Ρίσκα (π.χ., αβεβαιότητα μοντέλων πρόβλεψης) 20. Εργασίες σε εξέλιξη 21. Εκπαίδευση και καθοδήγηση χρηστών (ιατρών και διοικητικού προσωπικού) 22. Ιδέες για μελλοντική ανάπτυξη

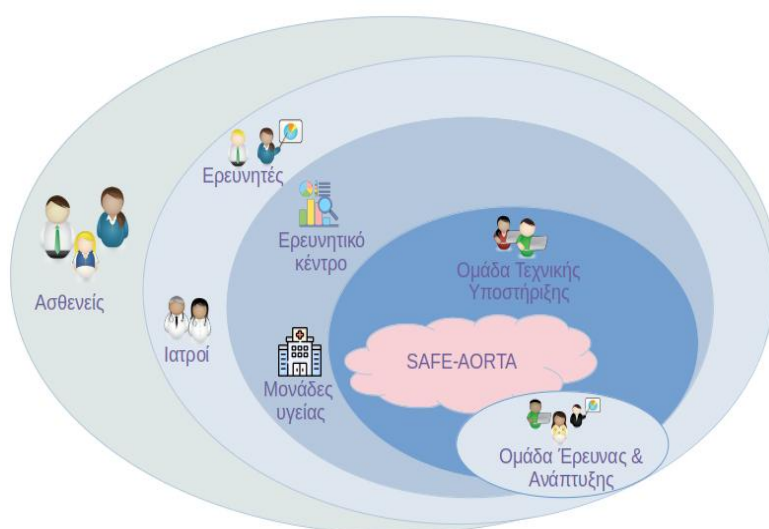
3. Χρήστες και Διαδικασίες

Σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι η παρουσίαση και ανάλυση των χρηστών και των διαδικασιών που σχετίζονται με τη λειτουργία και την αξιοποίηση του συστήματος **SAFE-AORTA**. Το κεφάλαιο επικεντρώνεται στον προσδιορισμό των βασικών κατηγοριών χρηστών, συμπεριλαμβανομένων των ιατρών, των ασθενών και του διοικητικού προσωπικού, καθώς και στην περιγραφή των διαδικασιών που υποστηρίζονται από την πλατφόρμα. Μέσα από την ανάλυση αυτή, επιχειρείται να κατανοηθεί πώς οι χρήστες αλληλοεπιδρούν με το σύστημα και πώς το **SAFE-AORTA** ενσωματώνεται στις κλινικές και διοικητικές ροές εργασίας. Επιπλέον, περιγράφονται οι κύριες λειτουργικές απαιτήσεις και οι ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν για την αποτελεσματική υλοποίηση και χρήση του συστήματος. Το τελικό προϊόν του έργου προορίζεται για χρήση στον τομέα της Υγείας, υποστηρίζοντας την πληρέστερη και ακριβέστερη διάγνωση στις παθήσεις των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι διακριτές ομάδες ωφελούμενων και εμπλεκόμενων στο έργο:

3.1 Στοχοθετούμενο Κοινό

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι ένα κρίσιμο στοιχείο σε κάθε ερευνητικό έργο είναι ο σαφής προσδιορισμός του στοχοθετούμενου κοινού, το οποίο περιλαμβάνει τους τελικούς χρήστες, τους εταίρους και το ευρύτερο σχετικό κοινό. Ο προσδιορισμός αυτός είναι καθοριστικός, καθώς αποκαλύπτει τις πραγματικές ανάγκες των χρηστών και διαμορφώνει τους κύριους στόχους του έργου. Στο πλαίσιο αυτό, είναι απαραίτητη η επιλογή και εφαρμογή κατάλληλης μεθοδολογίας μοντελοποίησης, η οποία θα αξιοποιηθεί στα παραδοτέα του έργου, λαμβάνοντας υπόψη καθιερωμένα πρότυπα για την ανάλυση των χρηστών και των διαδικασιών που θα υποστηρίζονται από το σύστημα **SAFE-AORTA**.

Το κοινό που απευθύνεται το έργο, όπως και οι διακριτές ομάδες συνεργαζόμενων στο έργο διακρίνονται στους τελικούς χρήστες/αποδέκτες της υπηρεσίας, την κοινοπραξία της ομάδας έρευνας και ανάπτυξης του έργου και το ευρύτερο σχετικό κοινό. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά, στο Σχήμα 4 παρατίθεται μια σύνοψη όλων των ενδιαφερόμενων μερών στο έργο και στον Πίνακα 2 δίνεται μια συνοπτική περιγραφή.



Σχήμα 4 - Στοχοθετούμενο Κοινό

Πίνακας 2 - Στοχοθετούμενο Κοινό

Στοχοθετούμενο Κοινό		
Τελικοί χρήστες		<ul style="list-style-type: none"> - Καρδιολόγοι και Αγγειοχειρουργοί - Νοσηλευτικό Προσωπικό - Ακτινολόγοι - Ερευνητές - Διαχειριστές Συστήματος - Άλλοι επαγγελματίες υγείας
Κοινοπραξία Έργου	ΕΜΠ	<ul style="list-style-type: none"> - Διαχειριστής - Συντονιστής - Ομάδα Έργου - Εργαζόμενοι στους Φορείς Σύμπραξης
	ΠΔΜ	
	ΠΚ	
	ΕΛΜΕΠΑ	
	ΠΑΔΑ	
	ΠΒΕΑΑ	
	ΠΑΠΕΛ	
Ευρύτερο σχετικό κοινό	Ομάδες ειδικού ενδιαφέροντος	<ul style="list-style-type: none"> - Φορείς Υγείας, Κλινικές και Νοσοκομεία - Εταιρείες Τεχνολογίας Υγείας - Ασφαλιστικοί Φορείς - Φιλανθρωπικές Οργανώσεις
	Ερευνητικοί Κύκλοι	<ul style="list-style-type: none"> - Ερευνητικά Ιδρύματα (Πανεπιστήμια/Ινστιτούτα) - Εταιρείες τεχνολογικού περιεχομένου
	Επαγγέλματα Υγείας	<ul style="list-style-type: none"> - Γιατροί (Καρδιολόγοι/Αγγειοχειρουργοί) - Νοσηλευτές -

3.1.1 Τελικοί Χρήστες

Οι τελικοί χρήστες του συστήματος θα είναι το ιατρικό προσωπικό σε ιατρικές και ερευνητικές μονάδες που δραστηριοποιούνται γύρω από τη διάγνωση του ανευρύσματος κοιλιακής αορτής. Οι ενδιαφερόμενοι θα αξιοποιούν τις δυνατότητες ασφαλούς αποθήκευσης των ιατρικών δεδομένων των ασθενών (απεικονιστικές εξετάσεις και βιοχημικές αναλύσεις) και θα έχουν πρόσβαση στις ευφυείς διαγνωστικές λειτουργίες και τις εξελιγμένες δυνατότητες επισκόπησης εξετάσεων του **SAFE-AORTA**. Στο ιατρικό προσωπικό το έργο θα παρέχει δυνατότητες καταχώρησης ασθενών και εξετάσεων, ενώ στη συνέχεια η επισκόπηση τους θα υποστηρίζεται από εξελιγμένες δυνατότητες τρισδιάστατης απεικόνισης με χρήση ψηφιακού διδύμου αορτής. Η υποστήριξη ιατρικών αποφάσεων θα εμπλέκει πρόσφατα μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης για τη διάγνωση και ποσοτικοποίηση των ευρημάτων σε εξετάσεις περιστατικών με ανεύρυσμα, που το έργο αναπτύσσει.

Οι τελικοί χρήστες του συστήματος **SAFE-AORTA** αποτελούν μια ποικιλόμορφη ομάδα επαγγελματιών υγείας και ερευνητών, καθένας με διαφορετικές ανάγκες και επίπεδα πρόσβασης. Στην πλατφόρμα του **SAFE-AORTA**, οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες θα είναι οι λήπτες της υπηρεσίας (τελικοί χρήστες) και η ομάδα υποστήριξης της πλατφόρμας ή αλλιώς οι διαχειριστές της πλατφόρμας που θα επιλαμβάνεται τεχνικών ζητημάτων και θα υποστηρίζει την εύρυθμη λειτουργία της. Η τελευταία ομάδα, θα αποτελείται από έμπειρους τεχνικούς Η/Υ και ειδικευμένους προγραμματιστές στο διαδικτυακό προγραμματισμό.

Οι κύριες κατηγορίες τελικών χρηστών φαίνονται στο Σχήμα 5 και αναλύονται στη συνέχεια.



Σχήμα 5 – Οι τελικοί χρήστες του SAFE-AORTA

✚ Καρδιολόγοι και Αγγειοχειρουργοί

Αποτελούν την πρωταρχική ομάδα τελικών χρηστών. Έχουν πλήρη πρόσβαση στις λειτουργίες διάγνωσης, παρακολούθησης και σχεδιασμού θεραπείας και συνεργάζονται στη διαχείριση ασθενών με ΑΚΑ, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν συνυπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις. Χρησιμοποιούν το σύστημα για:

- Ανάλυση απεικονιστικών εξετάσεων
- Εκτίμηση του ρυθμού επέκτασης του ανευρύσματος
- Εκτίμηση της δυναμικής πιθανότητας ρήξης ανευρύσματος
- Συμβολή στη λήψη αποφάσεων για θεραπεία
- Σχεδιασμό χειρουργικών επεμβάσεων

Νοσηλευτικό Προσωπικό

Υποστηρίζουν τη διαχείριση ασθενών και έχουν περιορισμένη πρόσβαση για:

- Καταχώρηση βασικών δεδομένων ασθενών
- Παρακολούθηση προγράμματος επανελέγχων
- Καταγραφή ζωτικών σημείων και συμπτωμάτων

Ακτινολόγοι

Συμβάλλουν στην ανάλυση και ερμηνεία των απεικονιστικών εξετάσεων. Οι κύριες λειτουργίες που χρησιμοποιούν περιλαμβάνουν:

- Εισαγωγή και επεξεργασία απεικονιστικών δεδομένων
- Χρήση εργαλείων τρισδιάστατης ανακατασκευής
- Μετρήσεις και ποσοτικοποίηση ανευρυσμάτων

Ερευνητές

Έχουν πρόσβαση σε ανωνυμοποιημένα δεδομένα για ερευνητικούς σκοπούς. Οι λειτουργίες που χρησιμοποιούν περιλαμβάνουν:

- Εξαγωγή στατιστικών στοιχείων
- Ανάλυση τάσεων και μοτίβων σε μεγάλα σύνολα δεδομένων
- Αξιολόγηση και βελτίωση αλγορίθμων πρόβλεψης

Διαχειριστές Συστήματος

Είναι υπεύθυνοι για την τεχνική υποστήριξη και διαχείριση του συστήματος. Οι αρμοδιότητές τους περιλαμβάνουν:

- Διαχείριση λογαριασμών χρηστών
- Διασφάλιση ασφάλειας και ακεραιότητας δεδομένων

3.1.2 Κοινοπραξία Έργου

Η κοινοπραξία του **SAFE-AORTA** ακολουθεί μια διεπιστημονική προσέγγιση και περιλαμβάνει έμπειρους επιστήμονες από τα πεδία της ιατρικής, βιοϊατρικής τεχνολογίας και ηλεκτρονικής υγείας, τεχνητής νοημοσύνης και ηλεκτρονικών υπολογιστών στη σύνθεση της ομάδας Έρευνας & Ανάπτυξης. Η κοινοπραξία, με έμφαση στην παραγωγή πρωτότυπης γνώσης, στοχεύει σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα για χρήση από την ιατρική κοινότητα που ενσωματώνει εξελιγμένες δυνατότητες διάγνωσης για τις παθήσεις των ανευρυσμάτων και είναι υπεύθυνη για την επίβλεψη και καθοδήγηση της ομαλής υλοποίησης του έργου καθ' όλη τη διάρκειά του. Λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους που έχουν τεθεί, η ομάδα βρίσκεται σε διαρκή ετοιμότητα για την υιοθέτηση πιθανών αλλαγών, τη διενέργεια βελτιώσεων και την υλοποίηση κρίσιμων τροποποιήσεων, πάντα με βάση τον ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα του έργου.

3.1.3 Ευρύτερο Σχετικό Κοινό

Πέρα από τους τελικούς χρήστες του συστήματος, στο επίκεντρο της ανάπτυξης αυτού του συστήματος είναι οι ενδιαφερόμενοι ασθενείς που εξετάζονται για τις παθήσεις που το έργο υποστηρίζει. Το **SAFE-AORTA** αποσκοπεί να υποστηρίξει την άμεση και ακριβή διάγνωση των παθήσεων των ανευρυσμάτων, σε όφελος των εξεταζόμενων ιατρικών περιστατικών, με στόχο τη βελτίωση των θεραπευτικών διαδικασιών και την αναβάθμιση των υπηρεσιών υγείας. Ακόμη, στα πλαίσια του έργου θα αναπτυχθεί διασύνδεση για φορέσιμες συσκευές από τους ωφελούμενους και θα αναπτυχθεί δυνατότητα λήψης δεδομένων ενδιαφέροντος απευθείας από αυτούς.

3.2 Πρότυπο Ορισμού Χρηστών

Το πρότυπο ορισμού χρηστών για το **SAFE-AORTA** έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα και την εξατομίκευση της πρόσβασης στο σύστημα. Κάθε χρήστης θα διαθέτει ένα μοναδικό προφίλ που περιλαμβάνει βασικές πληροφορίες ταυτοποίησης, επαγγελματικά στοιχεία και εξειδικευμένα δικαιώματα πρόσβασης. Το προφίλ χρήστη περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

1. Μοναδικό αναγνωριστικό χρήστη (User ID)
2. Ονοματεπώνυμο
3. Ειδικότητα (π.χ. αγγειοχειρουργός, ακτινολόγος)
4. Ίδρυμα / Νοσοκομείο
5. Στοιχεία επικοινωνίας (email, τηλέφωνο)
6. Ρόλος στο σύστημα (π.χ. ιατρός, ερευνητής, διαχειριστής)
7. Επίπεδο πρόσβασης (καθορίζει τις λειτουργίες και τα δεδομένα στα οποία έχει πρόσβαση)
8. Ιστορικό χρήσης του συστήματος

Το σύστημα θα υιοθετεί ένα μοντέλο ελέγχου πρόσβασης βάσει ρόλων (Role-Based Access Control - RBAC), όπου κάθε ρόλος έχει προκαθορισμένα δικαιώματα και περιορισμούς. Αυτό επιτρέπει την ευέλικτη διαχείριση των δικαιωμάτων πρόσβασης και διασφαλίζει ότι οι χρήστες έχουν πρόσβαση μόνο στις πληροφορίες και λειτουργίες που είναι απαραίτητες για τον ρόλο τους. Η διαδικασία εγγραφής νέων χρηστών περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. Υποβολή αίτησης με τα απαραίτητα στοιχεία και πιστοποιητικά
2. Επαλήθευση των στοιχείων από τους διαχειριστές του συστήματος
3. Έγκριση και δημιουργία λογαριασμού
4. Αποστολή προσωρινών διαπιστευτηρίων στον χρήστη
5. Υποχρεωτική αλλαγή κωδικού πρόσβασης κατά την πρώτη σύνδεση

Το σύστημα επίσης ενσωματώνει προηγμένες τεχνικές ασφαλείας, όπως:

- Πολιτική ισχυρών κωδικών πρόσβασης

- Διπλή αυθεντικοποίηση (2FA) για κρίσιμες λειτουργίες
- Κρυπτογράφηση των ευαίσθητων δεδομένων
- Καταγραφή και παρακολούθηση όλων των ενεργειών των χρηστών
- Αυτόματη αποσύνδεση μετά από περίοδο αδράνειας

Το πρότυπο ορισμού χρηστών είναι σχεδιασμένο ώστε να είναι ευέλικτο και να μπορεί να προσαρμοστεί σε μελλοντικές ανάγκες του συστήματος, όπως η προσθήκη νέων ρόλων ή η ενσωμάτωση πρόσθετων χαρακτηριστικών ασφαλείας.

3.3 Σχεδιασμός Διαδικασιών

Οι διαδικασίες στο σύστημα **SAFE-AORTA** έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν αποτελεσματικά τη διάγνωση, παρακολούθηση και διαχείριση ΑΚΑ. Το σύστημα θα περιλαμβάνει μια σειρά από βασικές διαδικασίες που καλύπτουν όλες τις πτυχές της λειτουργίας του. Μία από τις κεντρικές διαδικασίες είναι η **εισαγωγή και διαχείριση δεδομένων ασθενών**. Σε αυτή τη φάση, το σύστημα θα επιτρέπει την καταχώρηση νέων ασθενών με όλα τα απαραίτητα στοιχεία του ιατρικού ιστορικού, όπως προηγούμενες παθήσεις, φάρμακα και επεμβάσεις. Επιπλέον, το σύστημα θα υποστηρίζει την ενημέρωση των υπάρχοντων προφίλ ασθενών και την εισαγωγή αποτελεσμάτων από απεικονιστικές εξετάσεις, όπως CT, MRI και υπερηχογραφήματα. Τα δεδομένα αυτά θα εμπλουτίζονται με εργαστηριακά αποτελέσματα, διασφαλίζοντας ότι το προφίλ του κάθε ασθενούς είναι πλήρες και ενημερωμένο.

Η **ανάλυση απεικονιστικών δεδομένων** αποτελεί μία ακόμη θεμελιώδη διαδικασία. Το σύστημα θα αναλαμβάνει την αυτόματη ανίχνευση και μέτρηση ανευρυσμάτων, ενώ παράλληλα θα παρέχει δυνατότητες για τρισδιάστατη ανακατασκευή της αορτής. Ειδικές λειτουργίες θα επιτρέπουν τον υπολογισμό του όγκου και της διαμέτρου του ανευρύσματος, καθώς και τη σύγκριση των ευρημάτων με προηγούμενες εξετάσεις, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για την παρακολούθηση της εξέλιξης της κατάστασης. Μία από τις πιο κρίσιμες διαδικασίες είναι η **εκτίμηση κινδύνου**. Χρησιμοποιώντας αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, το σύστημα θα αναλύει τα δεδομένα και θα υπολογίζει την πιθανότητα ρήξης του ανευρύσματος. Παράλληλα, θα εντοπίζει τους κύριους παράγοντες κινδύνου και δημιουργεί εξατομικευμένα προγνωστικά μοντέλα που βοηθούν στην κατανόηση της μελλοντικής πορείας της νόσου.

Η **υποστήριξη κλινικών αποφάσεων** αποτελεί έναν από τους βασικούς στόχους του συστήματος **SAFE-AORTA**. Το σύστημα θα παρέχει συστάσεις για θεραπεία που θα βασίζονται σε κλινικές κατευθυντήριες γραμμές, ενώ παράλληλα θα επιτρέπει την προσομοίωση πιθανών θεραπευτικών παρεμβάσεων. Η διαδικασία αυτή διευκολύνει σημαντικά τον προεγχειρητικό σχεδιασμό, προσφέροντας στους γιατρούς πολύτιμα δεδομένα για την προετοιμασία τους. Στο πλαίσιο της παρακολούθησης ασθενών, το σύστημα θα προγραμματίζει επανελέγχους και θα ενσωματώνει δεδομένα από φορητές συσκευές, επιτρέποντας τη συνεχή παρακολούθηση βασικών παραμέτρων όπως η αρτηριακή πίεση και η καρδιακή λειτουργία. Τα δεδομένα αυτά θα ενσωματώνονται στο προφίλ κάθε ασθενούς και θα είναι προσβάσιμα από εξουσιοδοτημένους χρήστες, όπως οι θεράποντες ιατροί και το νοσηλευτικό προσωπικό. Η παρακολούθηση των βιοδεικτών αυτών θα επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση επιδείνωσης της κατάστασης και θα συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της θεραπευτικής στρατηγικής. Επιπλέον, η πλατφόρμα **SAFE-AORTA** θα αξιοποιεί τα δεδομένα από τις φορητές συσκευές σε συνδυασμό με τα κλινικά και απεικονιστικά δεδομένα, ενισχύοντας έτσι την υποστήριξη κλινικών αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα θα παρέχει αυτόματες ειδοποιήσεις για σημαντικές μεταβολές στην

κατάσταση του ασθενούς, εξασφαλίζοντας ότι οι επαγγελματίες υγείας μπορούν να παρέμβουν άμεσα όταν απαιτείται.

Η **διαχείριση και ανάλυση δεδομένων** θα υποστηρίζεται από λειτουργίες εξαγωγής στατιστικών στοιχείων και δημιουργίας αναφορών και γραφημάτων. Σε αυτό το πλαίσιο, η **ασφάλεια και προστασία δεδομένων** είναι θεμελιώδης. Το **SAFE-AORTA** θα χρησιμοποιεί τεχνικές κρυπτογράφησης για την προστασία ευαίσθητων πληροφοριών και θα παρέχει δυνατότητες ελέγχου πρόσβασης, καταγράφοντας τις ενέργειες των χρηστών. Παράλληλα, θα διασφαλίζεται η δημιουργία και διαχείριση αντιγράφων ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων.

Η **διαλειτουργικότητα** του συστήματος αποτελεί επίσης σημαντικό πλεονέκτημα. Το **SAFE-AORTA** θα υποστηρίζει πρότυπα ανταλλαγής ιατρικών δεδομένων, όπως τα DICOM. Παράλληλα, η **συνεχής βελτίωση** του συστήματος θα εξασφαλίζεται μέσα από τη συλλογή ανατροφοδότησης από τους χρήστες, την αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος και την τακτική ενημέρωση αλγορίθμων και βάσεων δεδομένων. Κάθε διαδικασία έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα και την ευχρηστία, ενώ παράλληλα συμμορφώνεται με τα ισχύοντα πρότυπα και κανονισμούς στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης.

4. Κατευθυντήριες Γραμμές Ανάπτυξης

4.1 Διαδικασία Συλλογής Απαιτήσεων στο Έργο SAFE-AORTA

Η συλλογή απαιτήσεων στο έργο **SAFE-AORTA** είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη ενός συστήματος που θα καλύπτει τις ανάγκες των τελικών χρηστών και θα είναι σε θέση να λειτουργήσει αποτελεσματικά σε πραγματικές κλινικές συνθήκες. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει μια σειρά από μεθόδους που στοχεύουν στη συλλογή πληροφοριών από διάφορες πηγές, ώστε να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι λειτουργικές και τεχνικές απαιτήσεις του συστήματος.

4.1.1 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί μια από τις πρώτες μεθόδους συλλογής απαιτήσεων, καθώς παρέχει τη δυνατότητα να ληφθούν απόψεις από ένα ευρύ φάσμα χρηστών σχετικά με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους. Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται στο έργο **SAFE-AORTA** είναι προσεκτικά σχεδιασμένα, ώστε να καλύπτουν θέματα που σχετίζονται με τη χρήση του συστήματος από ιατρούς, κλινικούς ερευνητές και άλλους ενδιαφερόμενους. Μέσω αυτών των ερωτηματολογίων, συλλέγονται δεδομένα σχετικά με τις κλινικές διαδικασίες, τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι γιατροί στην παρακολούθηση των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής (ΑΚΑ), τις δυνατότητες που αναμένουν από το σύστημα, καθώς και τις προτιμήσεις τους για τη διεπαφή χρήστη.

4.1.2 Ιστορίες Χρηστών

Οι ιστορίες χρηστών (user stories) είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την κατανόηση των απαιτήσεων του συστήματος από την οπτική γωνία των χρηστών. Κάθε ιστορία χρήστη περιγράφει μια συγκεκριμένη αλληλεπίδραση ενός χρήστη με το σύστημα, εστιάζοντας στο πώς και γιατί χρησιμοποιείται το σύστημα σε πραγματικά σενάρια. Στο **SAFE-AORTA**, οι ιστορίες χρηστών αφορούν κυρίως γιατρούς που χρησιμοποιούν την πλατφόρμα για τη διάγνωση και παρακολούθηση των ανευρυσμάτων, αλλά και νοσηλευτικό προσωπικό ή ερευνητές που επωφελούνται από την ανάλυση των δεδομένων. Οι ιστορίες αυτές βοηθούν στην κατανόηση των καθημερινών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι χρήστες και παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη σχεδίαση της διεπαφής και των λειτουργιών του συστήματος.

4.1.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Κανένα ερευνητικό έργο δεν ξεκινά από το μηδέν, αλλά εδράζεται πάνω στην υπάρχουσα επιστημονική γνώση και τα τεκμήρια που έχουν ήδη παραχθεί στον συναφή ερευνητικό χώρο. Η θεμελίωση του **SAFE-AORTA** απαιτεί την τοποθέτηση της έρευνας σε σχέση με προηγούμενες μελέτες και ερευνητικές εξελίξεις στον τομέα της διάγνωσης, παρακολούθησης και διαχείρισης ανευρυσμάτων αορτής, καθώς και των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης (AI) και τεχνολογιών ψηφιακών διδύμων στην ιατρική.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελεί ένα απαραίτητο βήμα για την κατανόηση του επιστημονικού πλαισίου μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η παρούσα έρευνα. Περιλαμβάνει τη σύνθεση και την κριτική αξιολόγηση της συναφούς βιβλιογραφίας, προκειμένου να εντοπιστεί το ερευνητικό κενό που το **SAFE-AORTA** φιλοδοξεί να καλύψει. Μέσα από αυτήν την ανασκόπηση, γίνεται σαφές το τι έχει ήδη διερευνηθεί σχετικά με τη χρήση ψηφιακών διδύμων, την ανάλυση

απεικονιστικών δεδομένων και την υποστήριξη κλινικών αποφάσεων μέσω προηγμένων αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης. Παράλληλα, αναδεικνύονται οι περιορισμοί των υφιστάμενων λύσεων, όπως η ελλιπής διαλειτουργικότητα των συστημάτων ή η περιορισμένη ενσωμάτωση εξατομικευμένων προγνωστικών μοντέλων.

Είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι η βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν περιορίζεται στη γραμμική παράθεση ερευνών και τεχνικών χαρακτηριστικών, αλλά επικεντρώνεται στην κριτική αποτίμηση και στη σύνδεση των ερευνητικών ευρημάτων με τους στόχους του έργου. Μέσα από αυτήν τη διαδικασία, αποκτάται μια σαφής και ενδεδειγμένη κατανόηση του προβλήματος που καλούμαστε να επιλύσουμε, δηλαδή η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος που ενσωματώνει τεχνολογίες αιχμής για την ακριβή διάγνωση, την παρακολούθηση της εξέλιξης και τη λήψη κλινικών αποφάσεων για ανευρύσματα αορτής.

Το **SAFE-AORTA**, ως ερευνητικό έργο, εστιάζει στην αξιοποίηση της υπάρχουσας γνώσης και την επέκτασή της, ώστε να δημιουργηθεί ένα σύστημα που να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις της κλινικής πράξης. Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, θα προσδιοριστούν οι περιοχές όπου απαιτείται καινοτομία και θα τεθούν οι βάσεις για την ανάπτυξη ενός συστήματος που επιλύει υπαρκτά προβλήματα, αναβαθμίζοντας τη φροντίδα των ασθενών με ανευρύσματα αορτής.

4.1.4 Συνεντεύξεις

Οι συνεντεύξεις με τους τελικούς χρήστες είναι ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία συλλογής απαιτήσεων, καθώς επιτρέπουν την εις βάθος κατανόηση των αναγκών και των προσδοκιών των γιατρών και των άλλων χρηστών του συστήματος. Η συνέντευξη αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές συλλογής ποιοτικού υλικού και πληροφοριών, ιδιαίτερα στον τομέα των Κοινωνικών Επιστημών. Στόχος της είναι η δημιουργία μιας σχέσης προφορικής επικοινωνίας μεταξύ δύο ατόμων, του ατόμου που παίρνει τη συνέντευξη και του ερωτώμενου, ώστε να επιτρέψει στον πρώτο να συλλέξει συγκεκριμένες πληροφορίες από τον δεύτερο σχετικά με ένα προκαθορισμένο θέμα. Ως ερευνητική μέθοδος, η συνέντευξη περιλαμβάνει τον ερευνητή και τα άτομα από τα οποία συλλέγονται οι πληροφορίες. Αν και οι συνεντεύξεις διεξάγονται συνήθως σε ατομικό επίπεδο, μπορούν να πραγματοποιηθούν και σε ομάδες ή μέσω τηλεφώνου. Η μέθοδος της συνέντευξης μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους, για την πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση του υπό διερεύνηση ζητήματος.

Σε αντίθεση με τα ερωτηματολόγια, τα οποία ενδέχεται να παραβλέπουν παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μιας απάντησης, η συνέντευξη δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να εκτιμήσει αυτούς τους παράγοντες. Αν και σε ένα ερωτηματολόγιο μπορεί να γίνει προσπάθεια να ελεγχθεί η εγκυρότητα μιας απόκρισης με τη χρήση παρόμοιων ερωτήσεων σε διαφορετικά σημεία, ακόμη και μικρές αλλαγές στη διατύπωση μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές διαφοροποιήσεις στις αποκρίσεις. Επιπλέον, ο ερευνητής δεν μπορεί να εκτιμήσει εάν ο ερωτώμενος αντιμετώπισε τις ερωτήσεις με προσοχή ή απλώς τις απάντησε βιαστικά.

Η συνέντευξη, μέσω της προσωπικής αλληλεπίδρασης, επιτρέπει στον ερευνητή να εκτιμήσει την προσοχή και τη σοβαρότητα με την οποία απαντά ο ερωτώμενος. Η προσωπική εμπλοκή είναι συχνά μεγαλύτερη στη συνέντευξη, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει θετικά την ποιότητα των δεδομένων. Επιπλέον, το ποσοστό άρνησης για συμμετοχή σε συνέντευξη είναι τυπικά χαμηλότερο από αυτό ενός ταχυδρομικού ερωτηματολογίου, ενώ η επαναλαμβανόμενη

αποστολή των τελευταίων μπορεί να αυξήσει το ποσοστό ανταπόκρισης, χωρίς όμως να εξαλείφει το ζήτημα της εγκυρότητας των απαντήσεων.

Στο πλαίσιο του έργου **SAFE-AORTA**, μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τους εμπλεκόμενους επαγγελματίες υγείας, με απόλυτη εχεμύθεια και διαφάνεια, η ερευνητική ομάδα θα προχωρήσει σε προσεκτική και διακριτική συζήτηση, η οποία θα βασίζεται στις απαντήσεις του ερωτηματολογίου, με στόχο να διευκρινιστούν τυχόν ασάφειες και να αποσαφηνιστούν λεπτομέρειες, εξασφαλίζοντας την ακριβή καταγραφή των απόψεων και των αναγκών των συμμετεχόντων. Κατ' ουσίαν οι συνεντεύξεις θα λειτουργήσουν επικουρικά.

4.2 Απαιτήσεις και Βασικά Θέματα στο Πλαίσιο του Έργου

Οι απαιτήσεις και τα βασικά θέματα που προέκυψαν από τη διαδικασία συλλογής απαιτήσεων, μέσω συνεντεύξεων και ερωτηματολογίων (βλ. Παράρτημα) στο έργο **SAFE-AORTA** σχετίζονται με τη λειτουργικότητα, την ακρίβεια, και την ευχρηστία του συστήματος. Κάθε πτυχή της ανάπτυξης πρέπει να ανταποκρίνεται στις κλινικές ανάγκες για τη διάγνωση και παρακολούθηση των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής. Η αποδοτικότητα του συστήματος καθορίζεται από το πόσο καλά προσαρμόζεται στις απαιτήσεις των χρηστών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις τεχνικές όσο και τις κλινικές προδιαγραφές. Τα βασικά ζητήματα επικεντρώνονται στη χρήση τεχνολογιών αιχμής και στη διασφάλιση της συμβατότητας με τα υπάρχοντα ιατρικά συστήματα.

Η **ακρίβεια** στις διαγνώσεις και τις προβλέψεις αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία του **SAFE-AORTA**. Η πλατφόρμα πρέπει να βασίζεται σε εξελιγμένους αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης που θα επεξεργάζονται τα κλινικά δεδομένα με υψηλή πιστότητα. Κάθε απόφαση που λαμβάνεται από το σύστημα πρέπει να είναι τεκμηριωμένη και να βασίζεται σε ακριβή ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων από διαφορετικές πηγές. Η ανάπτυξη αλγορίθμων απαιτεί συνεχή αναβάθμιση και βελτιστοποίηση για να ανταποκρίνεται στις ιατρικές απαιτήσεις με ακρίβεια και ταχύτητα.

Η **ευχρηστία** του συστήματος αποτελεί επίσης μια σημαντική απαίτηση, ειδικά για το ιατρικό προσωπικό. Μια απλή και κατανοητή διεπαφή θα επιτρέψει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με την πλατφόρμα με ευκολία, χωρίς την ανάγκη για εξειδικευμένη εκπαίδευση. Εργαλεία όπως τα αυτοματοποιημένα ειδοποιητικά συστήματα και οι οπτικοποιήσεις δεδομένων μπορούν να διευκολύνουν τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Μια καλοσχεδιασμένη διεπαφή θα επιτρέψει την ταχύτερη και πιο αποτελεσματική χρήση της πλατφόρμας, μειώνοντας το φόρτο εργασίας των κλινικών ομάδων.

Η **ασφάλεια** και η **αξιοπιστία** των δεδομένων πρέπει να διασφαλίζονται, ώστε να τηρούνται όλα τα πρότυπα προστασίας προσωπικών δεδομένων, όπως ο GDPR. Με αυτόν τον τρόπο, η πλατφόρμα μπορεί να εξασφαλίσει ομαλή λειτουργία στο κλινικό περιβάλλον και την άμεση υιοθέτησή της από το ιατρικό προσωπικό.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις τρεις κατηγορίες, το **SAFE-AORTA** στοχεύει στην ανάπτυξη μιας καινοτόμου πλατφόρμας που ανταποκρίνεται στις ανάγκες των τελικών χρηστών. Η ανάπτυξη θα καθοδηγηθεί από αυτές τις απαιτήσεις, με στόχο να διασφαλιστεί η βελτιστοποίηση της απόδοσης και η πλήρης κάλυψη των τεχνικών και κλινικών προδιαγραφών. Παράλληλα, τα συμπεράσματα που προκύπτουν θα αποτελέσουν τη βάση για τον καθορισμό των

κατάλληλων σεναρίων και περιπτώσεων χρήσης, διασφαλίζοντας τη συμβατότητα και την αποδοτικότητα του συστήματος σε πραγματικές συνθήκες κλινικής εφαρμογής.

5. Κλινικές Απαιτήσεις

Το ΑΚΑ πρόκειται για μια παθολογική κατάσταση που αφορά την αορτή, η οποία αποτελεί το μεγαλύτερο αγγείο του σώματος περνώντας μέσα από την κοιλιά. Το ΑΚΑ σχηματίζεται όταν το τοίχωμα της κοιλιακής αορτής αποδυναμώνεται, με αποτέλεσμα η διάμετρός της να διαστέλλεται περισσότερο από το φυσιολογικό. Αναλυτικότερα, ένα ανεύρυσμα σχηματίζεται όταν η διάμετρος της αορτής ξεπεράσει το φυσιολογικό μέγεθος κατά τουλάχιστον 50% (Kent, 2014).

Το ΑΚΑ αποτελεί τη συχνότερη μορφή ανευρύσματος στην αγγειοχειρουργική, τον μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχουν κυρίως άνδρες μεγαλύτερης ηλικίας, καπνιστές και άτομα με οικογενειακό ιστορικό. Η συγκεκριμένη πάθηση είναι επικίνδυνη καθώς συνήθως αναπτύσσεται χωρίς εμφανή συμπτώματα, και μπορεί να οδηγήσει σε ρήξη, προκαλώντας σοβαρή εσωτερική αιμορραγία, που μπορεί να είναι απειλητική για τη ζωή του ασθενούς αν δεν αντιμετωπιστεί άμεσα (Vorp, 2007).

Κατά κύριο λόγο η διάγνωση του ανευρύσματος πραγματοποιείται μέσω απεικονιστικών εξετάσεων, όπως το υπερηχογράφημα ή η αξονική τομογραφία (CT), ενώ η θεραπεία εξαρτάται από το μέγεθος του ανευρύσματος (Sakalihan et al., 2005). Στα μικρότερα ανευρύσματα συνιστάται παρακολούθηση, ενώ στα μεγαλύτερα απαιτείται χειρουργική επέμβαση, είτε μέσω ανοικτής χειρουργικής είτε με τη λιγότερο επεμβατική μέθοδο της ενδαγγειακής αποκατάστασης (EVAR).

Η αναγκαιότητα ανάπτυξης της πλατφόρμας **SAFE-AORTA** πηγάζει από τα κενά που εντοπίζονται στις τρέχουσες μεθόδους διάγνωσης και διαχείρισης των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής (Jiang et al., 2017). Οι παραδοσιακές διαγνωστικές προσεγγίσεις, κατά κύριο λόγο εστιάζουν στη μέγιστη διάμετρο του ανευρύσματος, αδυνατώντας να αποτυπώσουν την πολυπλοκότητα της πάθησης. Πολλαπλοί παράγοντες όπως αυτοί της γεωμετρίας της αορτής, των αιμοδυναμικών συνθηκών και της μηχανικής του τοιχώματος αγνοούνται, οδηγώντας είτε σε περιττές επεμβάσεις είτε σε επικίνδυνη υποεκτίμηση του κινδύνου ρήξης (Gasser et al., 2010). Το **SAFE-AORTA** έρχεται να καλύψει αυτό το κενό με τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης, προσφέροντας στους ιατρούς ένα ισχυρό εργαλείο που συνδυάζει πολλούς παράγοντες για την πιο ακριβή εκτίμηση του κινδύνου και την εξατομικευμένη θεραπεία των ασθενών (Fillinger et al., 2003).

Η ανάπτυξη της πλατφόρμας είναι απαραίτητη για τη δημιουργία μιας ενιαίας και οργανωμένης βάσης δεδομένων, η οποία μέχρι σήμερα δεν υπάρχει. Η συγκέντρωση και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων κλινικών και απεικονιστικών δεδομένων σε συνδυασμό με την αξιοποίηση μηχανικής μάθησης θα επιτρέψουν στους ιατρούς να προβλέπουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την εξέλιξη του ΑΚΑ και τον κίνδυνο ρήξης. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρουν τη δυνατότητα έγκαιρης παρέμβασης και βελτιώνονται σημαντικά τα κλινικά αποτελέσματα.

5.1 Υφιστάμενες εφαρμογές και λογισμικά

Ως σήμερα, στην αγορά των συστημάτων υποστήριξης ιατρικών αποφάσεων παρατηρούνται τα λογισμικά VIZ.AI, 3mensio, AIdoc και Thinksono, τα οποία υποστηρίζουν τη διάγνωση

καταστάσεων σχετικών με το ΑΚΑ. Παρακάτω παρατίθεται η αναλυτική περιγραφή, και τέλος ο συνοπτικός πίνακας των προδιαγραφών τους, σε σχέση με το κόστος αγοράς.

5.1.1 VIZ.AI

Το [VIZ.AI](#) είναι ένα σύστημα υποστήριξης ιατρικών αποφάσεων που προσπαθεί να εντοπίζει ένα εύρος ασθενειών από δεδομένα απεικονιστικών εξετάσεων ασθενών. Υποστηρίζει την εξαγωγή συμπερασμάτων από εξετάσεις Αξονικής Τομογραφίας (CT), Μαγνητικής Τομογραφίας (MRI), Υπερηχογραφήματος (Ultrasonography) και Ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ECG). Η αποκλειστικά συνδρομητική υπηρεσία διατίθεται ως πλατφόρμα στους επαγγελματίες υγείας, οι οποίοι έχουν πρόσβαση μέσω Η/Υ ή κινητών συσκευών, Android και iOS. Οι επαγγελματίες μπορούν να επιλέξουν από ένα εύρος εκδόσεων της εφαρμογής, το οποίο προσφέρει εξειδικευμένα αποτελέσματα ανάλογα με τον τύπο των εξετάσεων/παθήσεων που τους ενδιαφέρει.

Διατίθεται ειδική έκδοση της εφαρμογής για παθήσεις αορτής, ενώ οι διαφορετικές εκδόσεις υποστηρίζουν τη συνεργασία ιατρικών ομάδων μέσω λειτουργίας επικοινωνίας χρηστών. Η συνεργασία περιλαμβάνει το διαμοιρασμό επιλεγόμενων εξετάσεων και ανταλλαγή μηνυμάτων. Η επικοινωνία χρησιμοποιεί μεθόδους προστατευμένων επικοινωνιών HIPAA και ακολουθεί πρότυπα ISO για την ασφάλεια των επικοινωνιών και το απόρρητο. Η πλατφόρμα προσφέρει λειτουργία με σύστημα αρχείων διατήρησης των εξετάσεων που συλλέγονται από το χρήστη (PACS) ή εφαρμογή Ηλεκτρονικού Φακέλου Ασθενών (EHR), ενώ στην αρχειοθέτηση ο χρήστης μπορεί να μαρκάρει τις εξετάσεις με την προτεραιότητα που επιθυμεί.

Το ευφύες σύστημα της πλατφόρμας υποστηρίζει τις ιατρικές αποφάσεις επιστρέφοντας ειδοποιήσεις για ευρήματα παθολογίας που εντοπίζει στις εξετάσεις που του δίνονται με υψηλή ακρίβεια. Για την έκδοση της εφαρμογής για την Αορτή υποστηρίζεται η ανίχνευση ανευρύσματος και διαχωρισμού αορτής, με χρήση δεδομένων αξονικής τομογραφίας. Η υπηρεσία διαθέτει επίσης τη δυνατότητα οπτικοποίησης των δοθέντων εξετάσεων σε κάθε άξονα με δυνατότητες εστιασμού κατά την προτίμηση του χρήστη και περιλαμβάνει τρισδιάστατη απεικόνιση (Σχήμα 6). Η υπηρεσία προσφέρει άμεση οπτική επισκόπηση των εξετάσεων και επιστροφή ειδοποιήσεων για ευρήματα παθολογίας εντός μερικών λεπτών της ώρας.



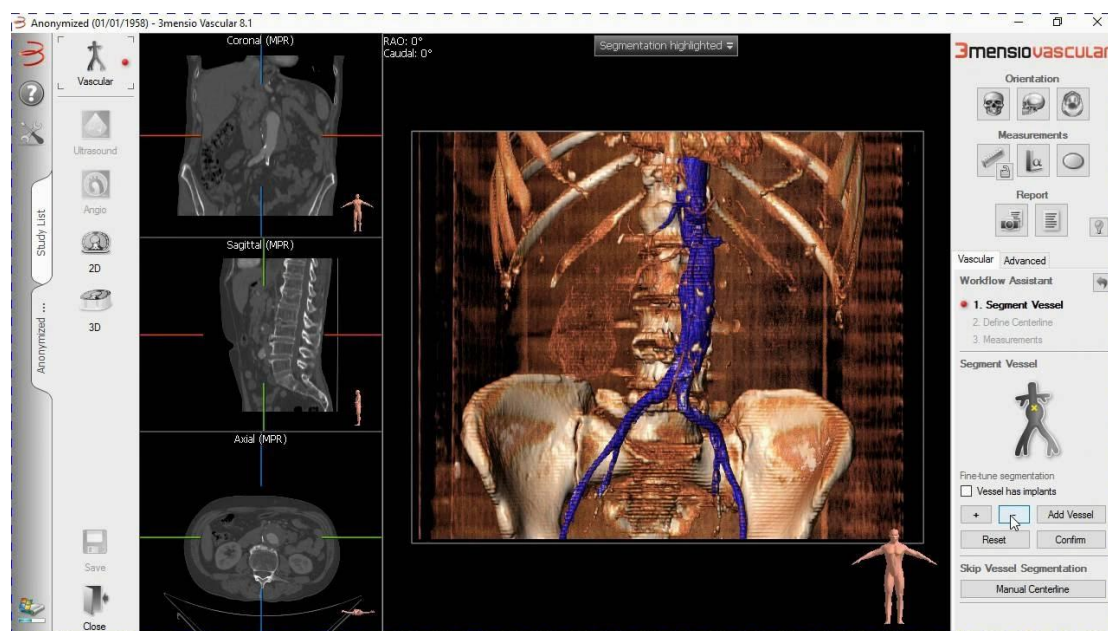
Σχήμα 6 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό VIZ.AI

Στις πιο πρόσφατες ανακοινώσεις της εταιρείας, αναφέρθηκε η λήψη έγκρισης από τον FDA για το νέο αλγόριθμο της που προορίζεται να ανιχνεύει ύποπτα ανευρύσματα κοιλιακής αορτής από αξονική αγγειογραφία (CT Angiography). Ο νέος αλγόριθμος τεχνητής νοημοσύνης και η λύση κλινικής ροής εργασίας θα είναι μέρος του Viz Aortic Module, μιας λύσης τεχνητής νοημοσύνης που έχει σχεδιαστεί για να επιταχύνει τη λήψη αποφάσεων θεραπείας για όλες τις παθήσεις της αορτής. Η νέα έκδοση της πλατφόρμας επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας να εντοπίζουν ασθενείς με ύποπτα ανευρύσματα που δεν έχουν εκδηλώσει συμπτώματα και να ενεργοποιούν τα κατάλληλα πρωτόκολλα πριν η κατάσταση εξελιχθεί σε ρήξη, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε θανατηφόρα έκβαση. Ειδικά σχεδιασμένο για ενσωμάτωση στις υπάρχουσες ροές εργασίας των νοσοκομείων, το σύστημα επιτρέπει την εύκολη και γρήγορη λήψη αποφάσεων, διασφαλίζοντας ότι ασθενείς που κινδυνεύουν θα αντιμετωπιστούν έγκαιρα. Επιπλέον, οι δυνατότητες συνεργασίας ενισχύονται περαιτέρω, αφού οι ιατρικές ομάδες μπορούν να μοιράζονται σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες και αποτελέσματα εξετάσεων μέσω των προστατευμένων επικοινωνιών της πλατφόρμας. Με τη χρήση αυτών των δυνατοτήτων, οι ειδικοί μπορούν να εντοπίζουν πιο αποτελεσματικά και να ταξινομούν περιπτώσεις που χρειάζονται επείγουσα προσοχή, βελτιώνοντας την επικοινωνία και τη συντονισμένη φροντίδα των ασθενών.

5.1.2 3mensio

Το [3mensio](#) είναι ένα προηγμένο σύστημα υποστήριξης ιατρικών αποφάσεων που επικεντρώνεται στον προεγχειρητικό σχεδιασμό επεμβάσεων καρδιάς και αγγείων, με ιδιαίτερη έμφαση στην αντικατάσταση της αορτικής βαλβίδας (TAVR/TAVI). Το λογισμικό (Σχήμα 7) περιλαμβάνει διάφορα εργαλεία για την αξιολόγηση και μέτρηση της αορτικής ρίζας και της διαδρομής

προσέγγισης. Οι ιατροί μπορούν να εκτιμήσουν αν η διαμηριαία, διακλαδική, διακορυφαία ή άμεση αορτική προσέγγιση είναι η πιο κατάλληλη για κάθε ασθενή.



Σχήμα 7 – Στιγμιότυπο από το λογισμικό 3mensio

Η πλατφόρμα περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

1. **Υπολογισμός Διαστάσεων Αορτικού Δακτυλίου:** Παρέχει ακριβείς μετρήσεις για την προετοιμασία της επέμβασης.
2. **Αξιολόγηση Ασβεστίου:** Ποσοτικοποίηση του βαθμού επασβέστωσης για καλύτερη σχεδίαση της επέμβασης.
3. **Αξιολόγηση Διαδρομής Προσέγγισης:** Επιλογή της βέλτιστης διαδρομής προσέγγισης (διαμηριαία, διακλαδική, διακορυφαία, άμεση αορτική).
4. **3D Προβολές:** Παρέχει τρισδιάστατες απεικονίσεις για λεπτομερή ανάλυση.
5. **Ανάλυση Ελικοειδούς:** Εξέταση της τοπογραφίας των αγγείων.
6. **Διαδραστική Διεπαφή Χρήστη:** Απλοποιεί τη ροή εργασίας και επιτρέπει την ταχεία απεικόνιση και ανάλυση.
7. **Συνδεσιμότητα PACS:** Ολοκλήρωση με συστήματα ιατρικής απεικόνισης.
8. **Εισαγωγή .STL:** Υποστήριξη για αρχεία τρισδιάστατης εκτύπωσης.
9. **Διαδραστική Αναφορά σε iPad:** Ευκολία στη δημιουργία και παρουσίαση αναφορών.

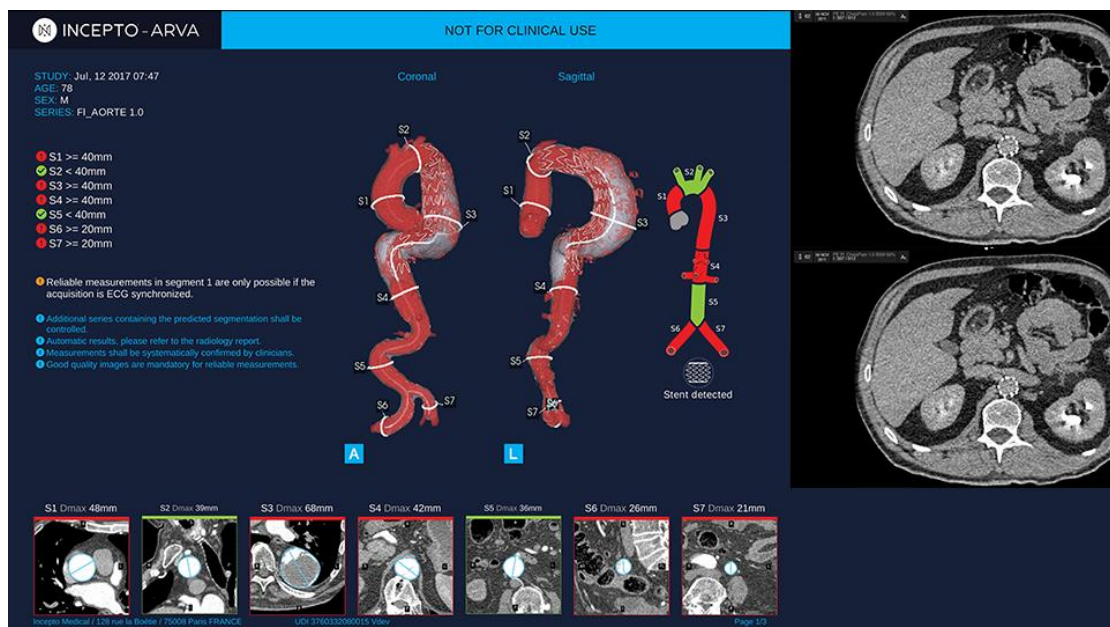
Το 3mensio είναι ιδανικό εργαλείο για επεμβατικούς καρδιολόγους και αγγειοχειρουργούς, προσφέροντας ταχύτητα, ακρίβεια και ευκολία στον προεγχειρητικό σχεδιασμό και τη λήψη κρίσιμων αποφάσεων.

5.1.3 ARVA

Το [ARVA](#) (Augmented Radiology for Vascular Aneurysm) είναι ένα προηγμένο σύστημα υποστήριξης ιατρικών αποφάσεων που αναπτύχθηκε από την εταιρεία INCEPTO MEDICAL. Αποτελεί μια καινοτόμο λύση τεχνητής νοημοσύνης, σχεδιασμένη να αυτοματοποιεί τη

μέτρηση και την ανάλυση της μέγιστης εγκάρσιας διαμέτρου και των ογκομετρικών παραμέτρων της αορτής.

Το ARVA χρησιμοποιείται για την αυτόματη μέτρηση της μέγιστης εγκάρσιας διαμέτρου της αορτής, συμπεριλαμβανομένου του εξωτερικού τοιχώματος, ακόμη και σε παρουσία ενδομοσχεύματος (stent-graft), επιτρέποντας την ακριβή και συνεχή παρακολούθηση των ανευρυσμάτων της αορτής. Επιπλέον, αποτελεί το πρώτο εργαλείο που προσφέρει τη δυνατότητα της ογκομετρικής ανάλυσης, συμβάλλοντας στην αξιολόγηση του συνολικού όγκου και της μεταβολής του με την πάροδο του χρόνου, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη κατανόηση της εξέλιξης του ανευρύσματος. Είναι συμβατό με όλους τους τύπους μηχανημάτων CT και ενσωματώνεται απρόσκοπτα σε τυπικά περιβάλλοντα ακτινολογικής ανάγνωσης, όπως το PACS (Συστήματα Αρχαιοθήκης και Επικοινωνίας εικόνων) ή σταθμούς εργασίας αναθεώρησης. Αυτό διασφαλίζει ότι μπορεί να υιοθετηθεί εύκολα στις υπάρχουσες ροές εργασίας χωρίς σημαντική διακοπή.



Σχήμα 8 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό ARVA

Η χρήση του ARVA μειώνει τη μεταβλητότητα εντός και μεταξύ χειριστών, τυποποιώντας την παρακολούθηση των ασθενών και καθιστώντας τη διαγνωστική διαδικασία πιο αξιόπιστη. Ταυτόχρονα, εξοικονομεί χρόνο αυτοματοποιώντας χρονοβόρες εργασίες όπως η μέτρηση της αορτής και η σύγκριση των τρεχουσών μετρήσεων με προηγούμενες εξετάσεις.

Τα δεδομένα που εισάγονται στο σύστημα είναι αξονικές τομές (CTA) με πάχος τομής κάτω από 2 mm, σε μορφή DICOM. Τα εξαγόμενα δεδομένα περιλαμβάνουν αξονικές τομές με τμηματοποιημένη την αορτή, 3D ανακατασκευές, βασικές εικόνες των μέγιστων διαμέτρων και έναν πίνακα που δείχνει την εξέλιξη της μέγιστης διαμέτρου ανά τμήμα. Αυτά παρέχονται σε μορφές DICOM Secondary Capture και encapsulated PDF.

Η κύρια αρχιτεκτονική που χρησιμοποιείται για την τμηματοποίηση της αορτής είναι το V-Net, ένα τρισδιάστατο συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο. Το V-Net έχει σχεδιαστεί ειδικά για την τμηματοποίηση ιατρικών εικόνων και περιλαμβάνει συμμετρικά δομημένα συνελκτικά επίπεδα που επιτρέπουν την ακριβή τμηματοποίηση των εικόνων CT. Ο αλγόριθμος αρχικά εντοπίζει την αορτή στις αξονικές τομογραφίες και δημιουργεί μια ακριβή τμηματοποίηση

χρησιμοποιώντας το V-Net. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση βαθιάς μάθησης για την πρόβλεψη των συντεταγμένων του περιγράμματος της αορτής, η οποία στη συνέχεια επιβεβαιώνεται και βελτιώνεται επαναληπτικά.

5.1.4 Aidoc

Μια περιεκτική πλατφόρμα με τεχνολογία AI που σχεδιάστηκε για να βελτιώνει τη διαχείριση και τη θεραπεία των ανευρυσμάτων και των αποσπάσεων της αορτής είναι το πακέτο φροντίδας αορτής [Aidoc](#). Το σύστημα χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη για την ανίχνευση και την προτεραιότητα των ασθενών με παθήσεις της αορτής, αποστέλλοντας ειδοποιήσεις και συναγερμούς στις ομάδες φροντίδας όταν ανιχνεύονται μετρήσεις που υπερβαίνουν τα προκαθορισμένα όρια (Σχήμα 9).



Σχήμα 9 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό aidoc

Το σύστημα αυτοματοποιεί τη μέτρηση της μέγιστης ορθογώνιας διαμέτρου της κοιλιακής αορτής σε όλες τις ενισχυμένες με αντίθεση CT σαρώσεις και προαιρετικά ενσωματώνει αυτές τις μετρήσεις απευθείας στις ακτινολογικές αναφορές, εξασφαλίζοντας ακρίβεια και συνέπεια. Η πλατφόρμα προσφέρει επίσης εργαλεία για οργανωμένο συντονισμό φροντίδας, με δυνατότητες συνομιλίας συμβατές με το HIPAA και πρόσβαση σε κινητή απεικόνιση, διευκολύνοντας την ταχεία διακομιδή ασθενών και την έγκαιρη λήψη αποφάσεων. Επιπλέον, το σύστημα ενσωματώνεται απρόσκοπτα με τα υφιστάμενα Ηλεκτρονικά Αρχεία Υγείας (EHR), βελτιώνοντας τη ροή εργασιών με την αυτοματοποίηση της εισαγωγής δεδομένων και διευκολύνοντας την αποτελεσματική διαχείριση ασθενών. Η κεντρική πλατφόρμα παρακολούθησης βελτιώνει τη διαχείριση ασθενών, αναγνωρίζοντας και παρακολουθώντας ασθενείς που χρειάζονται παρακολούθηση για ανευρύσματα της αορτής, με δυνατότητες προβολής, ταξινόμησης και φιλτραρίσματος δεδομένων ασθενών.

Η τεχνολογία AI έχει δείξει ότι διπλασιάζει τον αριθμό των κλινικών αξιολογήσεων για τα κοιλιακά ανευρύσματα αορτής, αυξάνει τις παρεμβάσεις κατά 14% και μειώνει σημαντικά το χρόνο από τη διάγνωση στη θεραπεία. Η εφαρμογή βοηθά επίσης στη μείωση των χαμένων ευκαιριών φροντίδας και στη βελτιστοποίηση των εσόδων, βελτιώνοντας τα ποσοστά

παρακολούθησης και υποστηρίζοντας τη λειτουργική αποδοτικότητα με την κατάργηση των εμποδίων μεταξύ διαφορετικών ομάδων υγειονομικής φροντίδας.

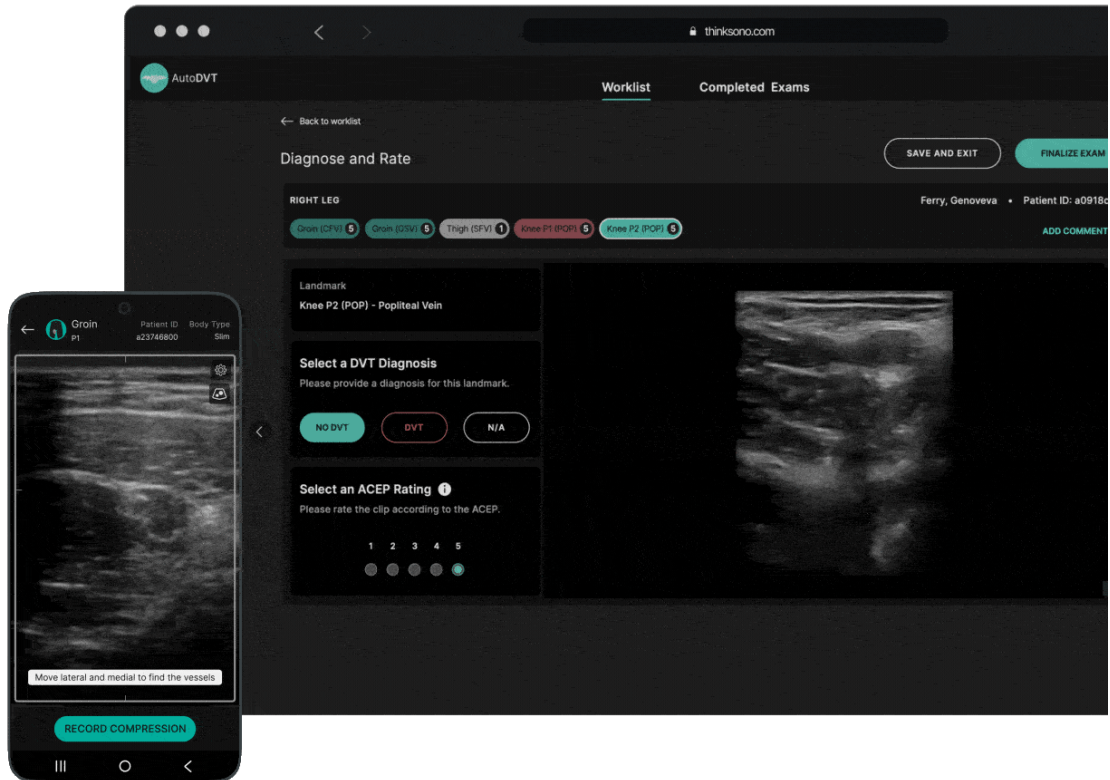
Τέλος, η Aidoc τονίζει τη σημασία της συμμόρφωσης με τους υγειονομικούς κανονισμούς και παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες ασφαλείας προσβάσιμες μέσω της πλατφόρμας της. Αυτή η εφαρμογή με τεχνολογία AI σχεδιάστηκε για να βελτιώσει σημαντικά τη διαχείριση και τα αποτελέσματα των παθήσεων της αορτής, ενσωματώνοντας προηγμένη τεχνολογία στις καθημερινές κλινικές πρακτικές, διασφαλίζοντας την έγκαιρη θεραπεία των οξέων καταστάσεων και την αποτελεσματική διαχείριση της συνεχούς φροντίδας των ασθενών.

5.1.5 ThinkSono

Το [ThinkSono](#) αποτελεί μια καινοτόμο πλατφόρμα λογισμικού που αξιοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για να βελτιώσει την εκπαίδευση και τη διάγνωση στον τομέα της υπερηχογραφίας, με ιδιαίτερη έμφαση στην ανίχνευση της εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης (DVT). Η εταιρεία, με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γερμανία, έχει αναπτύξει δύο κύρια προϊόντα: το ThinkSono AI Training και το AutoDVT. Το ThinkSono AI Training είναι μια εφαρμογή εκπαίδευσης που χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη για να βοηθήσει επαγγελματίες υγείας χωρίς εξειδίκευση στους υπερήχους να μάθουν πώς να πραγματοποιούν εξετάσεις υπερήχων συμπίεσης για την ανίχνευση DVT. Η εφαρμογή παρέχει καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στους χρήστες να εξασκηθούν και να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους στην υπερηχογραφία. Αυτό το εργαλείο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την αντιμετώπιση της έλλειψης εξειδικευμένου προσωπικού στην υπερηχογραφία και για τη βελτίωση της προσβασιμότητας στη διάγνωση DVT.

Το AutoDVT, το δεύτερο προϊόν της εταιρείας, είναι ένα λογισμικό που βρίσκεται σε στάδιο κλινικών δοκιμών. Στοχεύει στη βελτίωση της διαδικασίας έγκαιρης διάγνωσης DVT, επιτρέποντας σε μη εξειδικευμένο προσωπικό να πραγματοποιεί σαρώσεις υπερήχων και να στέλνει τα δεδομένα για αξιολόγηση από εξειδικευμένους κλινικούς ιατρούς. Αυτό μπορεί να μειώσει σημαντικά το χρόνο διάγνωσης από αρκετές ώρες σε μόλις 15 λεπτά. Το λογισμικό ThinkSono έχει λάβει πιστοποίηση CE Class IIb για χρήση στην Ευρώπη και το Ηνωμένο Βασίλειο, ενώ βρίσκεται σε διαδικασία έγκρισης από τον FDA για χρήση στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η εταιρεία έχει συνάψει συνεργασίες με σημαντικά ιδρύματα υγείας, συμπεριλαμβανομένων των NYU Langone Health και Temple Health στις ΗΠΑ, για τη διεξαγωγή κλινικών μελετών. Μια σημαντική πτυχή του ThinkSono είναι η συμβατότητά του με διάφορες συσκευές υπερήχων. Η εταιρεία έχει συνεργαστεί με την Clarius Mobile Health και την Butterfly Network για να ενσωματώσει το λογισμικό της στις φορητές συσκευές υπερήχων αυτών των εταιρειών. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να αξιοποιήσουν την τεχνολογία AI του ThinkSono σε συνδυασμό με προσιτές και φορητές συσκευές υπερήχων. Η τεχνολογία του ThinkSono έχει τη δυνατότητα να φέρει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο διάγνωσης και διαχείρισης της DVT. Καθιστώντας την υπερηχογραφική εξέταση πιο προσιτή σε ένα ευρύτερο φάσμα επαγγελματιών υγείας, το ThinkSono μπορεί να συμβάλει στην ταχύτερη διάγνωση και θεραπεία, μειώνοντας δυνητικά τον κίνδυνο επιπλοκών και βελτιώνοντας τα αποτελέσματα για τους ασθενείς.



Σχήμα 10 - Στιγμιότυπο από το λογισμικό ThinkSono

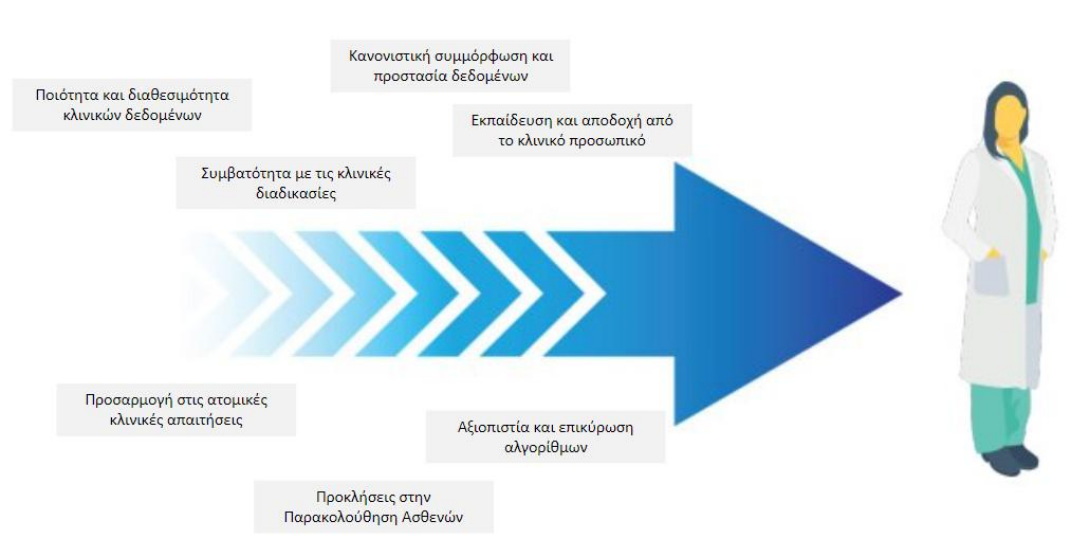
Για την καλύτερη κατανόηση και σύγκριση των υφιστάμενων ψηφιακών λύσεων που αναλύθηκαν στα προηγούμενα τμήματα, ακολουθεί ένας συνοπτικός συγκριτικός πίνακας (Πίνακας 3). Ο πίνακας αυτός συγκεντρώνει και παρουσιάζει με οργανωμένο τρόπο τα βασικά τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά κάθε λογισμικού, διευκολύνοντας την άμεση οπτική αξιολόγηση των απαιτήσεων και δυνατοτήτων τους.

Πίνακας 3 - Συγκριτικός πίνακας των υφιστάμενων λογισμικών

	VIZ.AI	3mensio	ARVA	Aidoc	ThinkSono
Hardware requirements	Ενσωματώνεται σε συμβατικούς υπολογιστές ή κινητές συσκευές	Ενσωματώνεται σε σταθμούς εργασίας με 3D απεικόνιση και PACS	Ενσωματώνεται σε cloud-based συστήματα, χωρίς επιπλέον εξοπλισμό	Ενσωματώνεται σε νοσοκομειακά συστήματα με απεικονιστικές δυνατότητες.	Συμβατό με φορητές συσκευές υπερήχων (Clarius scanners και Butterfly devices)
Software Requirements	Λειτουργεί σε Android / iOS / PC Browser	Λειτουργεί με CTA δεδομένα, ενσωματώνεται σε PACS	Λειτουργεί σε cloud-based, συμβατό με PACS και DICOM	Λειτουργεί μέσω aiOSTM, συμβατό με EHR και PACS	Λειτουργεί σε iOS
Modalities	Υποστηρίζει CT (Αξονική Τομογραφία)	Υποστηρίζει CTA (Αξονική Αγγειογραφία)	Υποστηρίζει CT (Αξονική Τομογραφία)	Υποστηρίζει απεικονίσεις καρδιαγγειακού συστήματος.	Υποστηρίζει υπερηχογραφία , ειδικά για την ανίχνευση εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης
Εφαρμογή ΗΦΑ	Διαθέτει εφαρμογή ΗΦΑ, συμβατό με PACS.	Ενσωματώνεται με PACS για πλήρη συμβατότητα με ΗΦΑ	Συνδέεται με ΗΦΑ	Συνδέεται με ΗΦΑ μέσω EHR	<i>Δεν αναφέρεται</i>
Τρισδιάστατη απεικόνιση	Ναι	Ναι	Ναι	<i>Δεν αναφέρεται</i>	<i>Δεν αναφέρεται</i>
Κατάτμηση	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	<i>Δεν αναφέρεται</i>
Μέτρηση Διαμέτρου	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	<i>Δεν αναφέρεται</i>
Μέτρηση όγκου	Ναι	Ναι	Ναι	<i>Δεν αναφέρεται</i>	<i>Δεν αναφέρεται</i>
Πρόσθετα δεδομένα (non-visual)	Προσφέρει κλινικές παραμέτρους και ηλεκτροκαρδιογράφημα.	Προσφέρει εξαγωγή δεδομένων σε PDF.	Προσφέρει εξαγωγή δεδομένων σε πίνακα με DICOM και PDF.	Προσφέρει μη οπτικά δεδομένα μέσω EHR, με αναφορές και λίστες εργασιών.	Συλλέγει δεδομένα χρήσης και διαγνωστικά δεδομένα
Τιμή	Συνδρομητική υπηρεσία \$25,000/ετησίως	Συνδρομητική υπηρεσία \$500/μήνα	<i>Δεν αναφέρεται</i>	Συνδρομητική υπηρεσία μήνα \$500 - \$5000/μήνα	Δωρεάν λήψη Συνδρομητική υπηρεσία \$150/ετησίως

5.2 Εμπόδια

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης και εφαρμογής της πλατφόρμας του **SAFE-AORTA**, θα χρειαστεί να αντιμετωπιστούν αρκετές προκλήσεις. Τα αναμενόμενα εμπόδια που θα προκύψουν συνδέονται άμεσα με διάφορες παραμέτρους, όπως τεχνικές προκλήσεις, ποιότητα των δεδομένων, κανονιστικές απαιτήσεις και ενσωμάτωση στις υπάρχουσες κλινικές ροές εργασίας (Σχήμα 11 - Εμπόδια κατά τη διάρκεια ανάπτυξης και εφαρμογής της πλατφόρμας του SAFE-AORTA).



Σχήμα 11 - Εμπόδια κατά τη διάρκεια ανάπτυξης και εφαρμογής της πλατφόρμας του SAFE-AORTA

✚ Ποιότητα και διαθεσιμότητα κλινικών δεδομένων

Ένα από τα κύρια εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι η ποιότητα και η διαθεσιμότητα των υπάρχοντων κλινικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση των αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης. Τα δεδομένα πρέπει να προέρχονται από αξονικές τομογραφίες (CT) και αξονικές αγγειογραφίες (CTA), ενώ ταυτόχρονα πρέπει να είναι κατάλληλα κατηγοριοποιημένα και επαρκώς αναλυμένα, ώστε να αποφευχθεί η «κακή» εκπαίδευση των αλγορίθμων. Η εύρεση τέτοιων συνόλων δεδομένων ή ακόμα και η να δημιουργία ενός δικτύου διαμοιρασμού αυτών αποτελεί σημαντική πρόκληση.

✚ Κανονιστική συμμόρφωση και προστασία δεδομένων

Η διασφάλιση της συμμόρφωσης στους κανονισμούς GDPR αποτελεί ένα σημαντικό εμπόδιο για την υλοποίηση της πλατφόρμας, καθώς απαιτείται σημαντικός προγραμματισμός και πόροι για την ασφάλεια των δεδομένων. Η διαχείριση των δεδομένων στον ιατρικό τομέα απαιτεί τη συμμόρφωση με αυστηρούς κανονισμούς, όπως αυτός του GDPR. Η πλατφόρμα **SAFE-AORTA**, όπως και παρόμοιες λύσεις στον χώρο της υγείας, πρέπει να εξασφαλίσει ότι τα δεδομένα είναι κρυπτογραφημένα και προστατευμένα από πιθανές παραβιάσεις. Η εφαρμογή ασφαλών καναλιών επικοινωνίας για τη μετάδοση των ιατρικών πληροφοριών είναι επίσης απαραίτητη.

✚ Προσαρμογή στις ατομικές κλινικές απαιτήσεις

Μια μετρική για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του **SAFE-AORTA** είναι από το κατά πόσο θα μπορεί να προσαρμοστεί στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε ασθενούς. Η πλατφόρμα **SAFE-AORTA** πρέπει να αποτελεί ένα ευέλικτο σύστημα το οποίο μπορεί να προσαρμοστεί με ακρίβεια στις ανάγκες κάθε ασθενούς, . Είναι σημαντικό το σύστημα να μπορεί αναλύει με ακρίβεια τις αξονικές τομογραφίες και να προσφέρει αξιόπιστες προβλέψεις για τον κίνδυνο ρήξης του ανευρύσματος. Τέλος, πέρα από τη διάμετρο της αορτής, η πλατφόρμα πρέπει να ενσωματώνει και άλλες κλινικές παραμέτρους, όπως αιμοδυναμικές συνθήκες και μηχανικούς παράγοντες, για να προσφέρει πιο εξατομικευμένες προγνώσεις

Αξιοπιστία και επικύρωση αλγορίθμων

Πριν πραγματοποιηθεί η κλινική χρήση του **SAFE-AORTA**, είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί ότι οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται έχουν επικυρωθεί και είναι αξιόπιστοι σε κλινικές συνθήκες. Η διαδικασία επικύρωσης περιλαμβάνει ένα πλήθος από κλινικές δοκιμές και συγκρίσεις των αποτελεσμάτων των αλγορίθμων με τα ευρήματα των γιατρών. Ενώ, δεν απορρίπτεται εντελώς η πιθανότητα οι αλγόριθμοι να παρουσιάσουν ασυμβατότητες ή ανεξήγητα αποτελέσματα, ιδίως όταν εφαρμόζονται σε νέα δεδομένα. Η δυσκολία αυτή πιθανώς να προκαλέσει καθυστερήσεις στην υιοθέτηση του συστήματος και την τελική του χρήση στην κλινική πράξη.

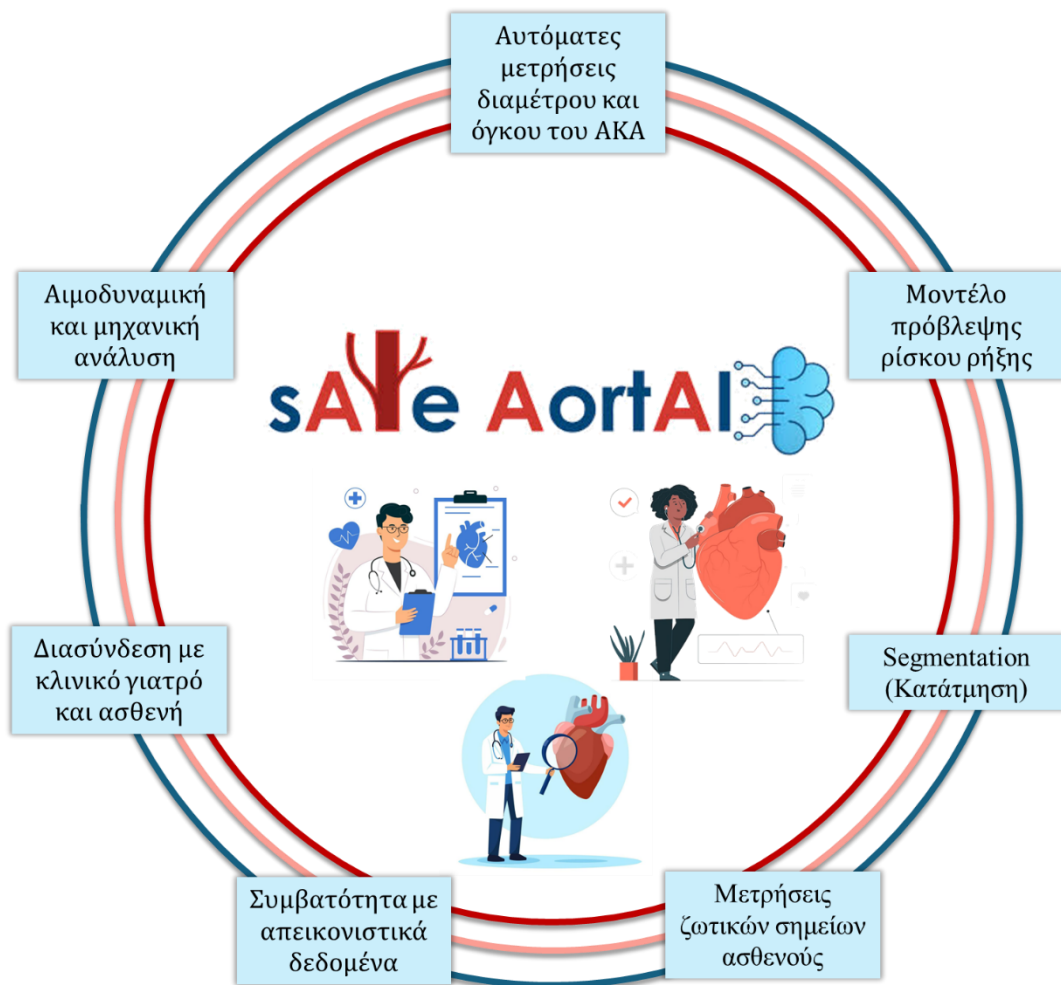
Εκπαίδευση και αποδοχή από το κλινικό προσωπικό

Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών από τους κλινικούς χρήστες είναι συχνά μια πολύπλοκη διαδικασία. Η επιτυχία του **SAFE-AORTA** εξαρτάται από το πόσο γρήγορα το ιατρικό προσωπικό θα εκπαιδευτεί και θα ενσωματώσει την πλατφόρμα στην καθημερινή κλινική πρακτική. Η εκπαίδευση του προσωπικού είναι απαραίτητη ώστε να γίνει σωστή χρήση των δυνατοτήτων της πλατφόρμας. Επιπλέον, οι γιατροί πρέπει να πεισθούν για την αξιοπιστία και τα οφέλη της νέας τεχνολογίας, διαφορετικά ενδέχεται να καθυστερήσουν την υιοθέτησή της, θέτοντας έτσι εμπόδια στη διαδεδομένη χρήση της.

5.3 Ανάγκες

Η πλατφόρμα του **SAFE-AORTA** έχει σχεδιαστεί προκειμένου να καλύψει τα κενά στις υπάρχουσες μεθόδους διάγνωσης και διαχείρισης των ΑΚΑ. Βασίζεται σε προηγμένες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης (AI), αποσκοπώντας στην ανάπτυξη ενός συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων το οποίο θα προσφέρει ακριβείς και εξατομικευμένες εκτιμήσεις για τον κίνδυνο ρήξης ανευρύσματος. Στη συγκεκριμένη πλατφόρμα ενσωματώνονται κλινικά και απεικονιστικά δεδομένα, αξιοποιώντας μεθόδους μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης για την καλύτερη παρακολούθηση των ασθενών και τη βελτίωση των κλινικών αποτελεσμάτων.

Στα πλαίσια της υποστήριξης ιατρικών αποφάσεων, η πλατφόρμα θα παρέχει στους χρήστες εξελεγχόμενες δυνατότητες επισκόπησης εξετάσεων και ποσοτικοποίηση των ευρημάτων. Με την ανάπτυξη πρωτότυπων μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης, το έργο επιχειρεί να συμβάλλει στην έγκαιρη και άμεση εκτίμηση των ιατρικών περιστατικών, ενώ στα πλαίσια αυτά θα κάνει ακριβείς προβλέψεις για τη σταδιοποίηση των νόσων των ανευρυσμάτων περιλαμβάνοντας τους ιατρικούς απαιτούμενους ποσοτικούς δείκτες.



Σχήμα 12 - Κύριες κλινικές απαιτήσεις του SAFE-AORTA

Οι κύριες κλινικές απαιτήσεις του συστήματος είναι:

<p>Αυτόματες μετρήσεις της διαμέτρου και του όγκου του ανευρύσματος</p>	<p>Το σύστημα χρήζει να είναι σε θέση να εκτελεί αυτόματες μετρήσεις της μέγιστης εγκάρσιας διαμέτρου της αορτής, καθώς και της ογκομετρικής ανάλυσης του ανευρύσματος. Οι συγκεκριμένες μετρήσεις θα συγκρίνονται σε διαδοχικές εξετάσεις ώστε να παρακολουθείται η εξέλιξη της πάθησης.</p>
<p>Segmentation (Κατάτμηση)</p>	<p>Θα πραγματοποιείται αυτόματη κατάτμηση των ανευρυσμάτων μέσω της τεχνολογίας AI που ενσωματώνεται στο σύστημα. Αναλυτικότερα, χρησιμοποιώντας προηγμένες μεθόδους βαθιάς μάθησης για την ακριβή τμηματοποίηση των εικόνων θα επιτρέπεται πιο ακριβής διάγνωση και παρακολούθηση των ανευρυσμάτων, ακόμα και με παρουσία ενδομοσχευμάτων.</p>
<p>Μοντέλο πρόβλεψης ρίσκου ρήξης</p>	<p>Ένας από τους κύριους στόχους της πλατφόρμας είναι η ανάπτυξη μοντέλων που αποσκοπούν στη προβλεψη του κινδύνου ρήξης ανευρύσματος βασιζόμενα σε πολυπαραγοντικά</p>

	δεδομένα. Οι βιοδείκτες, οι αιμοδυναμικοί παράγοντες (fluid dynamics), η πίεση και άλλοι παράγοντες θα λαμβάνονται υπόψη για να διαμορφώσουν το μοντέλο πρόβλεψης.
Συμβατότητα με απεικονιστικά δεδομένα	Το σύστημα υποστηρίζει την επεξεργασία και ανάλυση αξονικών τομογραφιών (CTA) με πάχος τομής κάτω των 2 mm. Επίσης, υποστηρίζει την εξαγωγή των δεδομένων σε μορφές DICOM Secondary Capture και encapsulated PDF, που ενσωματώνονται σε τυπικά περιβάλλοντα όπως τα συστήματα PACS.
Αιμοδυναμική και μηχανική ανάλυση	Εκτός από τις γεωμετρικές μετρήσεις, το σύστημα θα προσφέρει αιμοδυναμική ανάλυση, συμπεριλαμβανομένης της κατανομής της διάτμησης τοιχώματος και των σχετικών μηχανικών παραμέτρων, βελτιώνοντας την ακρίβεια στις διαγνώσεις και την πρόβλεψη ρίσκου.

Για την αποτελεσματική λειτουργία της πλατφόρμας, απαιτείται η χρήση cloud-based υποδομής για την επεξεργασία και αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων. Ταυτόχρονα, οι προδιαγραφές ασφαλείας περιλαμβάνουν τη συμμόρφωση με τον **GDPR** για την προστασία των δεδομένων υγείας, την κρυπτογράφηση των δεδομένων και τη χρήση συστημάτων ασφαλούς σύνδεσης, όπως τα πρωτόκολλα **TLS** και **SSL**.

5.4 Συλλογή Κλινικών Δεδομένων

Η συλλογή κλινικών δεδομένων για την πλατφόρμα **SAFE-AORTA** είναι καίριας σημασίας για την ανάπτυξη ακριβών και αποτελεσματικών μοντέλων πρόβλεψης και υποστήριξης κλινικών αποφάσεων σχετικά με την ασθένεια των ΑΚΑ. Με την ενσωμάτωση δεδομένων υψηλής ποιότητας από πολλαπλές πηγές και την ανάλυσή τους με προηγμένες μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης, το **SAFE-AORTA** φιλοδοξεί να προσφέρει ακριβείς προβλέψεις για τον κίνδυνο ρήξης ανευρύσματος και εξατομικευμένες θεραπείες για τους ασθενείς με ΑΚΑ. Αναλυτικότερα, η συγκεκριμένη διαδικασία περιλαμβάνει την απόκτηση, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων από διαφορετικές πηγές, όπως απεικονιστικά δεδομένα, κλινικά αρχεία και βιοδείκτες, με στόχο τη δημιουργία μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης που θα βελτιώσουν την πρόβλεψη του κινδύνου ρήξης του ανευρύσματος και την εξατομικευμένη θεραπεία των ασθενών.

Η συλλογή δεδομένων στο πλαίσιο του έργου **SAFE-AORTA** επικεντρώνεται κυρίως σε δύο είδη δεδομένων, **κλινικά** και **απεικονιστικά**.

- ➔ Τα **κλινικά δεδομένα** περιλαμβάνουν το ιστορικό των ασθενών, δημογραφικά στοιχεία όπως ηλικία και φύλο, και βιομετρικούς δείκτες που επηρεάζουν την εξέλιξη του ανευρύσματος. Επιπλέον, συλλέγονται πληροφορίες για τις προηγούμενες θεραπείες και τυχόν συνυπάρχουσες παθήσεις.
- ➔ Τα **απεικονιστικά δεδομένα** προέρχονται από εξετάσεις αξονικής τομογραφίας (CT), αξονικής αγγειογραφίας (CTA) και υπερηχογραφίας (US)

Η συλλογή κλινικών δεδομένων πραγματοποιείται **μέσω αναδρομικών και προοπτικών μελετών**.

- ➔ Οι **αναδρομικές μελέτες** χρησιμοποιούν υπάρχοντα δεδομένα από προηγούμενες διαγνώσεις και θεραπείες ασθενών με ΑΚΑ που αποθηκεύονται συνήθως σε συστήματα όπως τα PACS (Συστήματα Αρχαιοθέτησης και Επικοινωνίας Εικόνων) και οι Ηλεκτρονικοί Φάκελοι Ασθενούς (ΗΦΑ).
- ➔ Οι **προοπτικές μελέτες** περιλαμβάνουν τη συλλογή δεδομένων από νέους ασθενείς που παρακολουθούνται κατά τη διάρκεια της εξέλιξης της νόσου τους.

Η ποιότητα και η ποικιλομορφία των δεδομένων είναι κρίσιμες για την αποδοτικότητα της πλατφόρμας και κατ' επέκταση του έργου. Οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης απαιτούν μεγάλη ποικιλία δεδομένων προκειμένου να προσφέρουν αξιόπιστα και ακριβή αποτελέσματα. Τα δεδομένα θα πρέπει να περιλαμβάνουν περιπτώσεις από ασθενείς διαφορετικών ηλικιών, φύλων και ιατρικών ιστορικών, ώστε το σύστημα να μπορεί να καλύψει ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων.

5.5 Απαιτήσεις Παρακολούθησης Ασθενών

Η παρακολούθηση των ασθενών στο πλαίσιο του έργου **SAFE-AORTA** αντιπροσωπεύει ένα πολύ σημαντικό μέρος για την αποτελεσματική διάγνωση και πρόγνωση όσον αφορά την πορεία της νόσου των ΑΚΑ. Η παρακολούθηση αυτή πρέπει να είναι πραγματικά ολοκληρωμένη, βασισμένη σε τακτικές και αξιόπιστες μετρήσεις, με στόχο την επίτευξη των επιθυμητών κλινικών αποτελεσμάτων. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη συλλογή διαφόρων επιπέδων δεδομένων, τη συνεχή παρακολούθηση του ασθενούς με τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως φορητές συσκευές, και την αξιοποίηση εξατομικευμένων μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης για την εκτίμηση του κινδύνου ρήξης του ανευρύσματος. Οι δυνατότητες παρακολούθησης που περιγράφονται εδώ έχουν αναλυθεί ως μέρος των διαδικασιών και ροών εργασίας στο Κεφάλαιο 3, όπου περιγράφονται οι βασικοί χρήστες και οι ρόλοι τους στη διαχείριση δεδομένων από φορητές συσκευές.

Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους ασθενείς με ΑΚΑ μέσω της παρακολούθησης δεν είναι μόνο κλινικής φύσης αλλά περιλαμβάνουν και απεικονιστικές εξετάσεις, όπως υπερηχογραφήματα και CTA. Σε αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνονται επιπλέον δημογραφικά στοιχεία, οικογενειακό ιστορικό, ιστορικό φαρμάκων, συννοσηρότητες και συμπτώματα. Σε κάθε εξέταση, η πρόοδος του ανευρύσματος παρακολουθείται στενά, αναζητώντας αλλαγές στη δομή της αορτής που θα απαιτήσουν θεραπευτική παρέμβαση.

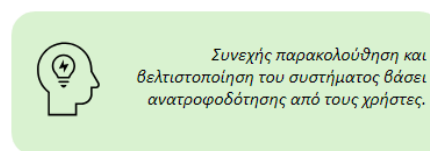
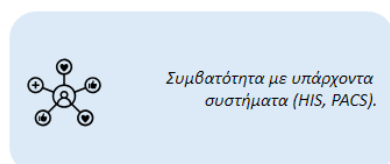
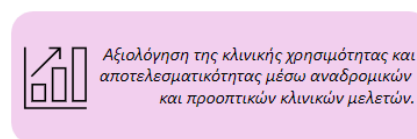
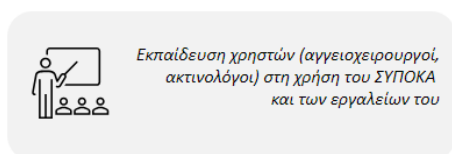
Το **SAFE-AORTA** έχει επίσης εισαγάγει την καινοτομία της ενσωμάτωσης φορητών συσκευών που επιτρέπουν την καταγραφή ανθρωπομετρικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Οι φορητές συσκευές παρακολουθούν ζωτικής σημασίας πληροφορίες, όπως η αρτηριακή πίεση, ο αριθμός βημάτων, η διάρκεια του ύπνου, η μεταβλητότητα του καρδιακού ρυθμού και οι θερμίδες που καίγονται. Αυτό το είδος πληροφορίας, όταν συνδυάζεται με τα κλινικά και απεικονιστικά δεδομένα, παρέχει στον γιατρό μια συνολική εικόνα της κατάστασης του ασθενούς και δείχνει τυχόν αλλαγές που μπορεί να επηρεάσουν την εξέλιξη του ανευρύσματος.

Δεδομένου ότι η συχνότητα παρακολούθησης εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος του ανευρύσματος, για ένα μικρό ΑΚΑ, που μετράει μεταξύ 30 και 40 mm, η επανεκτίμηση συνήθως καθίσταται αναγκαία κάθε πέντε ή δέκα χρόνια. Ωστόσο, στην περίπτωση μεγαλύτερων ανευρυσμάτων ή εκείνων που αναπτύσσονται ξαφνικά, απαιτούνται πολύ πιο συχνές εξετάσεις,

τουλάχιστον δύο φορές κατά τη διάρκεια του έργου, προκειμένου να ελεγχθούν οι αλλαγές στην αορτή με τη χρήση αξονικής τομογραφίας.

Βασικά χαρακτηριστικά του **SAFE-AORTA** περιλαμβάνουν την ανάπτυξη εξατομικευμένων προγνωστικών μοντέλων χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη. Συνδυάζει κλινικά, απεικονιστικά και δεδομένα από φορητές συσκευές στις αξιολογήσεις του κινδύνου ρήξης ανευρύσματος. Έτσι, οι γιατροί είναι συνεχώς σε θέση να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις για τη θεραπεία, διασφαλίζοντας ότι κάθε ασθενής λαμβάνει την καταλληλότερη και εξατομικευμένη φροντίδα.

5.6 Ένταξη στην Κλινική Πράξη



Είναι πολύ σημαντικό η ένταξη του **SAFE-AORTA** στο κλινικό περιβάλλον για τη σωστή διάγνωση και παρακολούθηση ασθενών με ΑΚΑ να γίνει με σωστό τρόπο. Ένα από τα πρώτα βήματα για την επιτυχημένη εφαρμογή του είναι η εκπαίδευση των χρηστών, όπως των αγγειοχειρουργών και των ακτινολόγων, στη χρήση του Συστήματος Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων (ΣΥΠΟΚΑ) και των εργαλείων του. Αυτό θα επιτρέψει στους γιατρούς να αξιοποιήσουν πλήρως όλες τις δυνατότητες της πλατφόρμας, από την αυτόματη ανάλυση της αορτής έως τη χρήση τρισδιάστατων ανακατασκευών και των προγνωστικών μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης για τον κίνδυνο ρήξης του ανευρύσματος.

Η ενσωμάτωση του **SAFE-AORTA** στην καθημερινή κλινική πρακτική θα μπορούσε να ωφεληθεί από τη συμβατότητα με υπάρχουσες υποδομές, όπως τα Συστήματα Πληροφόρησης Νοσοκομείων (HIS) και τα Συστήματα Αρχαιοθέτησης και Επικοινωνίας Εικόνων (PACS). Μια τέτοια κατεύθυνση ενδέχεται να διευκολύνει την ομαλή ένταξη του συστήματος στη ροή εργασίας, χωρίς να απαιτούνται σημαντικές αλλαγές ή αναβάθμιση των υποδομών.

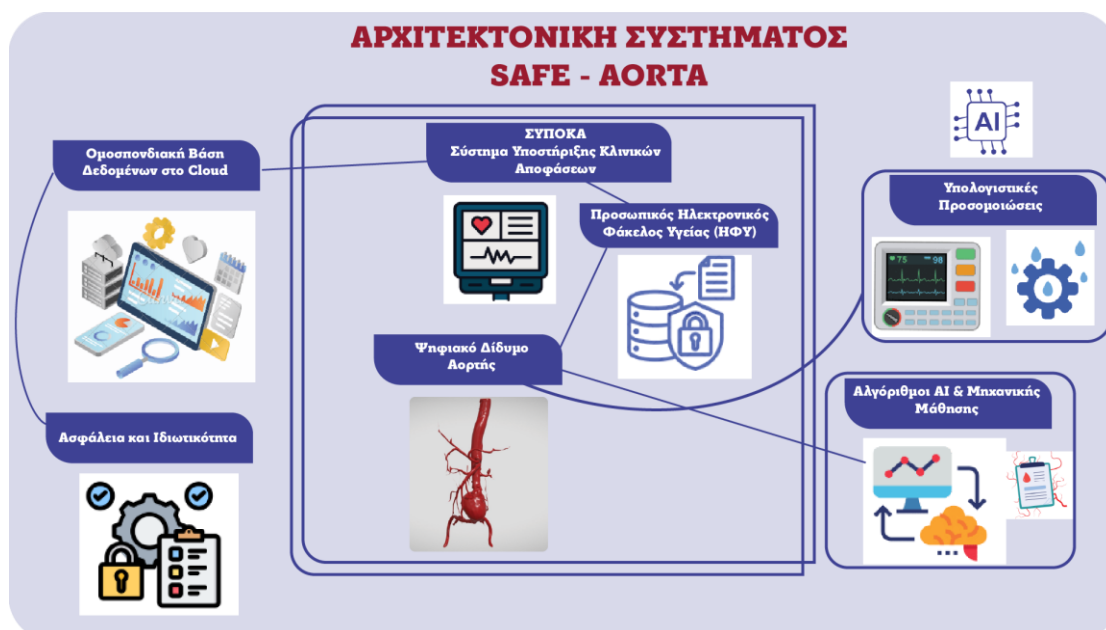
Η αξιολόγηση της κλινικής χρησιμότητας και της σχετικής αποτελεσματικότητας του συστήματος πρέπει επίσης να πραγματοποιηθεί, κάτι που μπορεί να γίνει μέσω αναδρομικών και προοπτικών κλινικών μελετών. Οι μελέτες αυτές θα ελέγξουν την ικανότητα της πλατφόρμας να βελτιώσει την ακρίβεια της διάγνωσης, να μειώσει τον κίνδυνο επιπλοκών και να συμβάλει στη λήψη κλινικών αποφάσεων με βάση αξιόπιστα και τεκμηριωμένα δεδομένα. Τέλος, η ενσωμάτωση στην κλινική πρακτική απαιτεί συνεχή παρακολούθηση και βελτιστοποίηση του συστήματος με βάση την ανατροφοδότηση των χρηστών. Οι γιατροί, στη καθημερινή τους χρήση, μπορούν να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες που θα οδηγήσουν σε βελτιώσεις του

συστήματος, βελτιστοποιώντας τη λειτουργικότητά του και προσαρμόζοντάς το στις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες.

6. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Το Κεφάλαιο 6 παρουσιάζει την υψηλού επιπέδου αρχιτεκτονική της εφαρμογής **SAFE-AORTA**, περιγράφοντας τη συνολική δομή και τον τρόπο λειτουργίας των υποσυστημάτων που το απαρτίζουν. Η αρχιτεκτονική του συστήματος έχει σχεδιαστεί με γνώμονα τη διαλειτουργικότητα, την επεκτασιμότητα και την ασφάλεια, ενσωματώνοντας προηγμένες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, επεξεργασίας δεδομένων και υπολογιστικής μηχανικής. Εστιάζει στη διαχείριση και ανάλυση δεδομένων ασθενών, στην πρόβλεψη κινδύνων και στην υποστήριξη κλινικών αποφάσεων, ενώ παράλληλα διασφαλίζει τη συμμόρφωση με τα ισχύοντα κανονιστικά πλαίσια, όπως το GDPR. Στο κεφάλαιο περιγράφεται λεπτομερώς η υψηλού επιπέδου αρχιτεκτονική, οι βασικές λειτουργίες και η σύνδεση των υποσυστημάτων, υπογραμμίζοντας τη σημασία τους για την επίτευξη των στόχων του έργου.

Η συνολική δομή του **SAFE-AORTA** περιλαμβάνει τρεις κύριες λειτουργικές περιοχές: τη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση με χρήση τεχνητής νοημοσύνης και την παροχή κλινικών αποφάσεων. Κάθε μία από αυτές τις περιοχές διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην υποστήριξη της διάγνωσης, της πρόγνωσης και της θεραπείας ασθενών με ανευρύσματα αορτής. Η διαδικασία ξεκινά με τη **συλλογή δεδομένων** από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων ιατρικών εικόνων, ηλεκτρονικών φακέλων ασθενών (EMRs) και φυσιολογικών μετρήσεων. Η πλατφόρμα έχει σχεδιαστεί για να διαχειρίζεται μεγάλο όγκο δεδομένων με ασφαλή και αξιόπιστο τρόπο, χρησιμοποιώντας σύγχρονα πρωτόκολλα για τη μεταφορά και την αποθήκευση πληροφοριών. Οι εικόνες από υπολογιστική τομογραφία (CT) προεπεξεργάζονται για να παρέχουν ακριβείς αναπαραστάσεις της αορτής και των χαρακτηριστικών της.



Σχήμα 13 - Αρχιτεκτονική συστήματος **SAFE-AORTA**

Το ΨηφιΔΑ (Ψηφιακό Δίδυμο Αορτής) αποτελεί τη θεμελιώδη βάση της ανάλυσης του συστήματος. Με τη χρήση προηγμένων τεχνικών προσομοίωσης, το ΨηφιΔΑ δημιουργεί ένα δυναμικό και ρεαλιστικό μοντέλο της αορτής που περιλαμβάνει την ανατομία, τη μηχανική συμπεριφορά και την αιμοδυναμική της λειτουργία. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται για την κατανόηση της φυσιολογικής και παθολογικής κατάστασης της αορτής, ενώ παράλληλα υποστηρίζει τις κλινικές αποφάσεις.

Μετά τη συλλογή, τα δεδομένα εισάγονται στη φάση της **ανάλυσης με χρήση τεχνητής νοημοσύνης**, όπου προηγμένοι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης επεξεργάζονται τις εικόνες και άλλα δεδομένα. Οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται για την τμηματοποίηση εικόνων, την αναγνώριση μορφολογικών χαρακτηριστικών και την προσομοίωση αιμοδυναμικής και μηχανικής συμπεριφοράς. Οι δείκτες που εξάγονται, όπως η διατμητική τάση τοιχώματος (Wall Shear Stress) και οι τάσεις στο αορτικό τοίχωμα, παρέχουν κρίσιμες πληροφορίες για την αξιολόγηση της κατάστασης της αορτής και την πρόβλεψη της εξέλιξης της νόσου.

Το τελικό στάδιο αφορά την **παροχή κλινικών αποφάσεων**, όπου το **Σύστημα Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων (ΣΥΠΟΚΑ)** του **SAFE-AORTA** που θα αναπτυχθεί ενσωματώνει τα δεδομένα και τις αναλύσεις για να παρέχει στους γιατρούς εξατομικευμένες προτάσεις θεραπείας. Το ΣΥΠΟΚΑ αξιοποιεί τα αποτελέσματα του ΨηφιδΑ για να προσφέρει προβλέψεις και προτάσεις βασισμένες σε κλινικά δεδομένα και προσομοιώσεις. Επιπλέον, η διεπαφή χρήστη (User Interface - UI) είναι σχεδιασμένη για να διευκολύνει τη χρήση από τους γιατρούς, προσφέροντας απλές και κατανοητές οπτικές αναπαραστάσεις των ευρημάτων.

Τα επιμέρους υποσυστήματα του **SAFE-AORTA** συνδέονται μέσω ασφαλών διεπαφών, διασφαλίζοντας την ακεραιότητα των δεδομένων και τη διαλειτουργικότητα. Για παράδειγμα, τα δεδομένα που συλλέγονται από την κλινική πράξη αποθηκεύονται σε μια ομοσπονδιακή βάση δεδομένων, η οποία επιτρέπει την κοινή χρήση πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών φορέων, ενώ παράλληλα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του GDPR. Με τον τρόπο αυτό, η αρχιτεκτονική του **SAFE-AORTA** είναι σχεδιασμένη για να προσφέρει ακρίβεια, ασφάλεια και αποτελεσματικότητα, καλύπτοντας τις ανάγκες των χρηστών του συστήματος. Με την ενσωμάτωση και τη συνεργασία των υποσυστημάτων, επιτυγχάνεται μια ολοκληρωμένη λύση που υποστηρίζει τη διάγνωση και τη θεραπεία, προσφέροντας σημαντική προστιθέμενη αξία στο χώρο της υγειονομικής περίθαλψης.

Για την πληρέστερη κατανόηση της λειτουργικής ροής και της αλληλεπίδρασης των επιμέρους υπομονάδων που συνθέτουν το Ψηφιακό Δίδυμο Αορτής (ΨηφιδΑ), παρατίθεται συνοπτικός πίνακας (Πίνακας 4) με τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε μονάδας. Ο πίνακας αυτός συνοψίζει τα κύρια σημεία εισόδου, τις λειτουργίες επεξεργασίας και εξαγωγής, καθώς και τη διαδοχική σύνδεση μεταξύ των σταδίων της ροής. Μέσα από την απεικόνιση αυτή αναδεικνύεται η δομημένη αρχιτεκτονική του συστήματος και ο τρόπος με τον οποίο κάθε μονάδα συμβάλλει στην παραγωγή εξατομικευμένων κλινικών δεδομένων και στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων μέσω του Συστήματος Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων (ΣΥΠΟΚΑ). Στις επόμενες υποενότητες του Κεφαλαίου 6 περιγράφονται αναλυτικά οι σχετικές υπομονάδες.

Πίνακας 4. Συνοπτική απεικόνιση των βασικών υπομονάδων του ΨηφιΔΑ και της ροής δεδομένων μεταξύ τους

Υπομονάδα	Είσοδος	Κύρια Λειτουργία	Έξοδος / Επόμενο Στάδιο
Συλλογή & Αποθήκευση Δεδομένων	Ιατρικές εικόνες (CT, MRI, DICOM)	Κεντρική αποθήκευση & τυποποίηση, διασφάλιση GDPR	Μεταβίβαση στις Μονάδες Ανάλυσης
Μονάδα Επεξεργασίας Εικόνας	Αρχεία DICOM, CT, MRI	Προεπεξεργασία, αφαίρεση θορύβου, τμηματοποίηση, εξαγωγή features	Τρισδιάστατα μοντέλα (.stl), ετικετοποίηση
Μονάδα Μορφολογικής Ανάλυσης	STL μοντέλα αορτής	Μέτρηση διαστάσεων, καμπυλότητα, σγκομετρικά χαρακτηριστικά	Παράμετροι μορφολογίας, json
Μονάδα Αιμοδυναμικής	Βελτιστοποιημένα STL μοντέλα	CFD προσομοιώσεις, εξαγωγή δεικτών π.χ. WSS, πίεσης	Αιμοδυναμικοί δείκτες
Μονάδα Μηχανικής Τοιχώματος	Γεωμετρίες STL/VTK/OBJ	Ανάλυση τάσεων/ παραμορφώσεων (FEA)	Τάσεις, παραμορφώσεις, πεδία
Σύστημα Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων (ΣΥΠΟΚΑ)	Όλες οι παράμετροι εξόδου των μονάδων καθώς και τα δημογραφικά, ιατρικά και κλινικά δεδομένα του ασθενούς	Ενσωμάτωση υπομονάδων,	Πρόβλεψη μορφολογικής εξέλιξης και πιθανότητας ρήξης ΑΚΑ, Παρουσίαση στον κλινικό

6.1 Γενικές Απαιτήσεις ΨηφιΔΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι γενικές απαιτήσεις του Ψηφιακού Διδύμου Αορτής (ΨηφιΔΑ), το οποίο αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της πλατφόρμας **SAFE-AORTA**. Το ΨηφιΔΑ αξιοποιεί προηγμένες τεχνολογίες ανάλυσης δεδομένων, υπολογιστικής μηχανικής και τεχνητής νοημοσύνης για τη δημιουργία εξατομικευμένων τρισδιάστατων μοντέλων της αορτής. Η ενότητα εστιάζει στις τεχνικές προδιαγραφές, τη διαχείριση δεδομένων και τις υποδομές που σχετίζονται με την ανάπτυξη και τη λειτουργία του. Επιπλέον, περιγράφεται η σύνδεση του ΨηφιΔΑ με το ΣΥΠΟΚΑ και η ενσωμάτωσή του στην ευρύτερη πλατφόρμα, υπογραμμίζοντας τον κρίσιμο ρόλο του στην υποστήριξη της λήψης κλινικών αποφάσεων.

6.1.1 Τεχνικές Απαιτήσεις

Η λειτουργία του ΨηφιΔΑ απαιτεί εξειδικευμένο υλικό και λογισμικό για την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, όπως ιατρικές εικόνες και βιοδείκτες. Οι απαιτήσεις περιλαμβάνουν υπολογιστικές υποδομές υψηλής απόδοσης (High-Performance Computing) για την επεξεργασία εικόνων και τη διεξαγωγή προσομοιώσεων. Επιπλέον, είναι απαραίτητη η διασύνδεση με

άλλες πλατφόρμες και συστήματα, όπως το ΣΥΠΟΚΑ, μέσω ασφαλών και διαλειτουργικών διεπαφών.

- Απαιτήσεις υλικού και λογισμικού για τη λειτουργία του ΨΗΦΙΔΑ.
- Υποδομές για ανάλυση δεδομένων (π.χ., επεξεργασία εικόνων, υπολογιστική ισχύς).
- Διεπαφή με άλλες πλατφόρμες και συστήματα.

6.1.2 Μονάδα Επεξεργασίας Εικόνας

Η Μονάδα Επεξεργασίας Εικόνας είναι υπεύθυνη για την προεπεξεργασία και την ανάλυση ιατρικών εικόνων αξονικής αγγειογραφίας (CTA). Περιλαμβάνει την αφαίρεση θορύβου, την τμηματοποίηση περιοχών ενδιαφέροντος (π.χ., τοιχώματα αορτής, θρόμβος) και την εξαγωγή κρίσιμων χαρακτηριστικών. Χρησιμοποιεί τεχνολογίες βαθιάς μάθησης (Deep Learning) και αλγορίθμους μηχανικής όρασης για την ανίχνευση και αναγνώριση δομών με υψηλή ακρίβεια.

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικές κατηγορίες προδιαγραφών για την μονάδα επεξεργασίας εικόνας και στη συνέχεια γίνεται αναλυτική περιγραφή.

1. Είσοδος: Αρχεία μορφής dicom που αφορούν σε δομή αορτής μαζί με το ανεύρυσμα (1 αρχείο ανά περίπτωση ασθενούς).
2. Έξοδος: Αρχείο μορφή dicom ή nifti με σύνολο εικόνων κατάτμησης που περιέχουν συγκεκριμένες επισημάνσεις για τις περιοχές ενδιαφέροντος.
3. Περιβάλλον ανάπτυξης μονάδας (γλώσσα προγραμματισμού): Python, χρησιμοποιώντας μόνο βιβλιοθήκες ανοικτού κώδικα.
4. Υπολογιστικές Απαιτήσεις: Οι υπολογιστικές απαιτήσεις /απαιτήσεις χωρητικότητας κυρίως για κατάτμηση εικόνας χρήζουν χρήση μεγάλης παράλληλης υπολογιστικής ισχύος λόγω χρήσης νευρωνικών δικτύων

Στόχος: Ανάπτυξη υπολογιστικού εργαλείου εντοπισμού και 3D ανακατασκευής δομών ενδιαφέροντος σε απεικονίσεις αξονικής αγγειογραφίας (CTA) της κοιλιακής αορτής.

Λεδομένα Εισόδου: Αξονικές αγγειογραφίες ανά ασθενή σε μορφή DICOM, με ανάλυση εικόνας κατάλληλη για την ακριβή αναγνώριση και ανάλυση των δομών ενδιαφέροντος της κοιλιακής αορτής. Οι εικόνες θα πρέπει να παρέχουν πλήρη απεικόνιση της κοιλιακής αορτής με πάχος τομής $\leq 5\text{mm}$, με διαθέσιμη την πληροφορία για την ανάλυση της απεικόνισης και την σχετική τοποθέτηση των διαθέσιμων τομών.

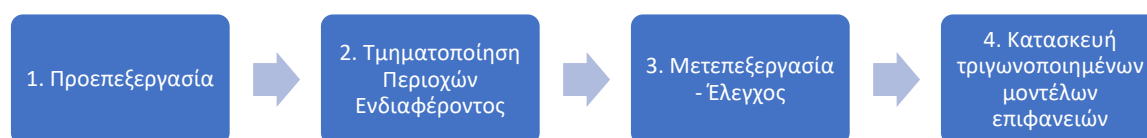
Επιδιωκόμενο αποτέλεσμα: Τριγωνοποιημένες επιφάνειες για τις δομές ενδιαφέροντος της αορτής – του αρτηριακού τοιχώματος, του αυλού, πιθανού θρόμβου, και πιθανής επασβεστώσεως.

Λεδομένα διαθέσιμα κατά την ανάπτυξη της μονάδας: Αξονικές αγγειογραφίες με χαρακτηριστικά αντίστοιχα των δεδομένων εισόδου της μονάδας και αντίστοιχες εκδοχές τους με απομόνωση του αρτηριακού αυλού, των πιθανών θρόμβων και των πιθανών επασβεστώσεων.

Αναγκαία για την εκπαίδευση του συστήματος αναγνώρισης πιθανού θρόμβου και επασβεστώσεων, είναι η πρότυπη αναγνώριση των δομών αυτών στα διαθέσιμα δεδομένα για την

ανάπτυξη της μονάδας Επεξεργασίας Εικόνας. Συγκεκριμένα, αντίστοιχα με την πρότυπη τμηματοποίηση του αρτηριακού αυλού που είναι διαθέσιμη, αναγκαία είναι η πρότυπη τμηματοποίηση και χαρακτηρισμός πιθανών θρόμβων και επασβεστώσεων.

Σχετικά με το πλήθος των διαθέσιμων τομογραφιών και το πλήθος των διαφορετικών ασθενών στα διαθέσιμα κατά την ανάπτυξη δεδομένα, υπάρχει εγγενής περιορισμός στην πολυπλοκότητα των μοντέλων μηχανικής μάθησης που αποφεύγουν την υπερ-προσαρμογή (overfitting). Για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθεί ο ελαστικότερος κανόνας αναφοράς 1/10 σχετικά με τον λόγο των ελεύθερων παραμέτρων του μοντέλου προς τον αριθμό δειγμάτων. Στην περίπτωση που το μέγεθος του συνόλου δεδομένων δεν είναι επαρκές για εκπαίδευση μοντέλου Βαθιάς Μάθησης, θα υποκατασταθούν οι αναπαραστάσεις ενός τέτοιου μοντέλου από άλλες μη παραμετρικές ή θα χρησιμοποιηθούν προ-εκπαιδευμένες συνελκτικές αναπαραστάσεις για τις εικόνες των τομογραφιών.



Σχήμα 14. Διάρθρωση της μονάδας Επεξεργασία εικόνας

Διάρθρωση της Μονάδας Επεξεργασίας Εικόνας:

1. **Υπομονάδα Προ-επεξεργασίας:** Το στάδιο της προ-επεξεργασίας συνίσταται αφενός στην εξαγωγή πληροφοριών όπως η χωρική ανάλυση των απεικονίσεων και η χρήση ή μη σκιαγραφικού κατά την απεικόνιση από τα αρχεία DICOM, καθώς και στην εξαγωγή των εικόνων και την κανονικοποίησή τους για την ενιαία επεξεργασία. Η προ-επεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνει διάφορες τεχνικές και μεθόδους, όπως:

- Κανονικοποίηση Έντασης: Η κανονικοποίηση της έντασης των εικόνων X-ray CT είναι σημαντική για την εξασφάλιση ότι οι τιμές των εικονοστοιχείων (pixels) βρίσκονται σε ένα σταθερό εύρος, διευκολύνοντας τη σύγκριση και την ανάλυση διαφορετικών εικόνων.
- Χωρική κανονικοποίηση και αρχική τμηματοποίηση των διατομών με στόχο την απομόνωση του σώματος από το περιβάλλον είναι πιθανό να καταστεί απαραίτητη για τη βελτίωση της ακρίβειας τμηματοποίησης στα επόμενα στάδια της μονάδας.
- Αφαίρεση Θορύβου: Τεχνικές όπως οι φιλτράρισμα Gaussian, μη γραμμικό φιλτράρισμα, ή φιλτράρισμα ενδιάμεσης τιμής (median filtering) χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση ή την μείωση του θορύβου, διατηρώντας ταυτόχρονα την ακρίβεια των ανατομικών δομών.
- Ενίσχυση Αντίθεσης: Η ενίσχυση της αντίθεσης μπορεί να βελτιώσει τη διακριτικότητα μεταξύ διαφορετικών ιστών ή δομών εντός της εικόνας. Τεχνικές όπως histogram equalization ή adaptive histogram equalization (CLAHE) είναι συχνά χρήσιμες.
- Αντιστοίχιση Ιστογράμματος: Η αντιστοίχιση ιστογράμματος κανονικοποιεί τις τιμές κλίμακας του γκρι μιας εικόνας ενδιαφέροντος με βάση τις τιμές κλίμακας του

γκρι μιας εικόνας αναφοράς. Η πιο διαδεδομένη τεχνική για αυτό το σκοπό είναι αυτή του Histogram Matching.

- Απομάκρυνση Σφαλμάτων απεικόνισης (artifacts): Ορισμένες φορές, απαιτείται η απομάκρυνση απεικονιστικών τεχνικών σφαλμάτων που προκαλούνται από κίνηση, μεταλλικά εμφυτεύματα, ή σκλήρυνση δέσμης για να βελτιωθεί η ποιότητα της εικόνας.

2. **Υπομονάδα Τμηματοποίησης Περιοχών Ενδιαφέροντος:** Η φάση της τμηματοποίησης αποτελεί το κεντρικό στάδιο στην επεξεργασία εικόνων CTA, όπου από τις προ-επεξεργασμένες εικόνες εκτελούνται οι ακόλουθες διεργασίες με στόχο την απομόνωση των ανατομικών δομών ενδιαφέροντος:

- Απομόνωση του αρτηριακού τοιχώματος και του αυλού: Εντός των τμηματοποιημένων εκδοχών των διατομών, διάκριση του συνεκτικού τμήματος που αντιστοιχεί στο αρτηριακό τοίχωμα.
- Απομόνωση πιθανού θρόμβου και επασβεστώσεων: Εντός των τμηματοποιημένων εκδοχών των διατομών και στη βάση του συνεκτικού τμήματος που αντιστοιχεί στο αρτηριακό τοίχωμα, αναγνώριση και τμηματοποίηση πιθανού θρόμβου και επασβεστώσεων.

Στη φάση της τμηματοποίησης ο στόχος μας είναι η πρωτογενής χρήση μεθόδων βαθιάς μάθησης, με ιδιαίτερη έμφαση σε αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων που έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικές στην τμηματοποίηση ιατρικών εικόνων. Αυτή η προσέγγιση επιλέγεται με σκοπό την εκμετάλλευση της προηγμένης ικανότητας των βαθιών νευρωνικών δικτύων να αναγνωρίζουν και να μαθαίνουν πολύπλοκα μοτίβα και χαρακτηριστικά από μεγάλες ποσότητες δεδομένων, παρέχοντας έτσι ακριβή και αυτοματοποιημένη τμηματοποίηση.

Ενδεικτικές προτεινόμενες μέθοδοι Βαθιάς Μάθησης για τμηματοποίηση εικόνων X-ray CT:

- U-Net και παραλλαγές του U-Net (Chen et al., 2022): Η αρχιτεκτονική U-Net, με την κωδικοποιητή-αποκωδικοποιητή δομή της, είναι ιδανική για την τμηματοποίηση ιατρικών εικόνων λόγω της ικανότητάς της να διαχειρίζεται πολύπλοκες ανατομικές δομές.
- V-Net (Kesävuori et al., 2023): Μια παραλλαγή του U-Net, σχεδιασμένη ειδικά για την τμηματοποίηση σε τρισδιάστατες ιατρικές εικόνες.
- DeepLab (Chen et al., 2018): Ένα ακόμα μοντέλο που χρησιμοποιεί τεχνικές ατρακτοειδούς διαστολής για τη βελτίωση της ανάλυσης των συνελίξεων, προσφέροντας βελτιωμένη τμηματοποίηση σε περίπλοκες εικόνες.
- SegResNet: Πρόκειται για ένα μοντέλο που συνδυάζει την αρχιτεκτονική του UNet με τις υπολειμματικές συνδέσεις (residual connections), το οποίο έχει εφαρμοστεί σε πολλές περιπτώσεις τμηματοποίησης 3D και για περιπτώσεις τμηματοποίησης αορτής καθώς ενισχύει την διαδικασία της εκπαίδευσης.
- UNETR (Hatamizadeh et al., 2021): Πρόκειται για μία αρχιτεκτονική βασισμένη στα νεώτερα νευρωνικά δίκτυα των Transformers, τα οποία μπορούν να μάθουν χωρικές εξαρτήσεις σε μεγάλη εμβέλεια.

Η χρήση αντίστοιχων των προηγμένων μοντέλων βαθιάς μάθησης απαιτεί σημαντική ποσότητα επισημασμένων δεδομένων για την αποτελεσματική εκπαίδευση. Σε περίπτωση που η εξασφάλιση επαρκών επισημασμένων δεδομένων για όλες ή κάποιο υποσύνολο των

δομών ενδιαφέροντος καταστεί ανέφικτη, θα εξετάσουμε την υιοθέτηση συμβατικών μεθόδων υπολογιστικής όρασης ή τον συνδυασμό τους με τεχνικές βαθιάς μάθησης για την επίτευξη των καλύτερων δυνατών αποτελεσμάτων.

Ενδεικτικά εργαλεία για την ανάπτυξη συμβατικών αλγορίθμων τμηματοποίησης:

- Κατωφλίωση (Thresholding): Απλούστατη αλλά ισχυρή μέθοδος για την απομόνωση αντικειμένων με βάση την ένταση των εικονοστοιχείων.
- Εντοπισμός Ακμών και χρήση φίλτρων για την ανίχνευση ακμών και τον ορισμό των περιγραμμάτων των δομών.
- Φίλτρο Frangi (Li et al., 2017): Το φίλτρο Frangi είναι μια μέθοδος ειδικά σχεδιασμένη για την ανίχνευση δομών όπως είναι και τα αγγεία.
- Ενεργά περιγράμματα (Active Contours / Snakes): Δυναμικές καμπύλες που επεκτείνονται ή συστέλλονται για να αγκαλιάσουν τα όρια της περιοχής ενδιαφέροντος.
- Level Set Methods: Μέθοδος που επιτρέπει την αναπαράσταση και την εξέλιξη των καμπυλών ή των επιφανειών, προσφέροντας υψηλή ευελιξία στην αναπαράσταση των σχημάτων.
- Ανάλυση Περιοχών: Μέθοδοι όπως η ανάπτυξη περιοχών (region growing) και η ταξινόμηση βασισμένη σε χαρακτηριστικά υφής για την αναγνώριση και την τμηματοποίηση των δομών ενδιαφέροντος σε επίπεδο εικονοστοιχείου. Παρόμοιες τεχνικές βασίζονται συχνά σε χειροκίνητα καθορισμένα χαρακτηριστικά και αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, και επιτρέπουν την αξιόπιστη τμηματοποίηση περιοχών με σημαντικά μικρότερο αριθμό επισημασμένων εικόνων.
- Ομαδοποίηση: Τεχνικές που διαιρούν τις εικόνες σε συστάδες (clusters) με βάση την ομοιότητα των εικονοστοιχείων ή των τοπικών χαρακτηριστικών. Χρήσιμη για την απομόνωση περιοχών ενδιαφέροντος βασισμένων σε χαρακτηριστικά όπως η ένταση και η υφή. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τεχνικών που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι οι τεχνικές K-Means και Markov Random Fields.
- Μορφολογικές Λειτουργίες: Εφαρμογή επεξεργασιών όπως διάβρωση, διαστολή, άνοιγμα, και κλείσιμο για τη βελτίωση της ποιότητας της τμηματοποίησης, και την προώθηση της συνεκτικότητας των δομών σε διαδοχικές διατομές και τον 3D χώρο.

Τέλος, η συνδυαστική χρήση συμβατικών τεχνικών και τεχνικών βαθιάς μάθησης μπορεί να προσφέρει μια ισορροπημένη λύση, εκμεταλλευόμενη τα πλεονεκτήματα κάθε προσέγγισης για την επίτευξη των βέλτιστων δυνατών αποτελεσμάτων.

3. **Υπομονάδα Μετεπεξεργασίας.** Μετά την ολοκλήρωση της τμηματοποίησης, η φάση της μετεπεξεργασίας είναι κρίσιμη για την εξασφάλιση της υψηλής ποιότητας και της ακρίβειας των τελικών αποτελεσμάτων. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τρεις βασικές δραστηριότητες: τον έλεγχο λογικής συνέπειας των τμηματοποιημένων τομών, την επαλήθευση για περιοχές που δεν είναι συνεπείς, και τον καθαρισμό μικρών, εσφαλμένων τμηματοποιήσεων.

- 1) Έλεγχος Λογικής Συνέπειας: Αυτός ο έλεγχος πραγματοποιείται για να διασφαλιστεί ότι οι τμηματοποιήσεις στις διάφορες τομές είναι λογικά συνεπείς μεταξύ τους και συμφωνούν με την αναμενόμενη ανατομία, απουσία τοπολογικών σφαλμάτων. Για παράδειγμα, οι δομές που πρέπει να είναι συνεχείς σε διαδοχικές τομές ή να

εμπεριέχονται η μία εντός της άλλης σε κάθε τομή που ανιχνεύονται, εξετάζονται για διακοπές ή ανωμαλίες στη συνέχεια.

- 2) **Επαλήθευση για Μη Συνεπείς Περιοχές:** Αναζήτηση και επαλήθευση περιοχών που μπορεί να μην έχουν τμηματοποιηθεί σωστά ή παρουσιάζουν ασυνήθιστα χαρακτηριστικά που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματική ανατομία. Αυτό μπορεί να συμπεριλαμβάνει την αναγνώριση και τη διόρθωση περιοχών όπου η τμηματοποίηση έχει παρασυρθεί σε ανεπιθύμητα στοιχεία λόγω θορύβου ή artifacts.
- 3) **Καθαρισμός Εσφαλμένων Τμηματοποιήσεων:** Η αφαίρεση μικρών, τυχαίων ή εσφαλμένων τμηματοποιήσεων που δεν αντιστοιχούν σε πραγματικές ανατομικές δομές είναι κρίσιμη για την καθαρότητα και την ακρίβεια του τελικού αποτελέσματος. Τεχνικές μορφολογικής επεξεργασίας όπως η διάβρωση και η διαστολή μπορούν να εφαρμοστούν για την εξομάλυνση των ορίων και την αφαίρεση μικρών ανεπιθύμητων αντικειμένων. Φίλτρα όπως το Discrete Gaussian Image Filter είναι συχνά χρήσιμα για τις ανωτέρω τεχνικές.

Η διαδικασία αυτή βελτιώνει την ορθότητα και την χρησιμότητα των τμηματοποιημένων δεδομένων για τις επόμενες φάσεις της ανάλυσης, διασφαλίζοντας ότι τα αποτελέσματα είναι αξιόπιστα και χρήσιμα για την περαιτέρω επεξεργασία ή τη λήψη αποφάσεων.

4. **Κατασκευή τριγωνοποιημένων μοντέλων επιφανειών.** Στην τελική φάση της διαδικασίας και μετά την επιτυχή ολοκλήρωση των φάσεων της τμηματοποίησης και της μετεπεξεργασίας, η επεξεργασία των ιατρικών εικόνων εστιάζει στην ανακατασκευή και την απεικόνιση των τρισδιάστατων επιφανειών των τμηματοποιημένων δομών, όπου στη βάση της αξονικής επαλληλίας των περιγραμμάτων των απομονωμένων ανά διατομή οντοτήτων, θα κατασκευαστεί τριγωνοποίηση για την αναπαράσταση της υποκείμενης επιφάνειας. Σε αυτό το στάδιο, θα εφαρμοστούν εδραιωμένες μέθοδοι με την υποστήριξη εξειδικευμένων λογισμικών και εργαλείων ανοιχτού κώδικα. Αυτή η φάση καταλήγει στη δημιουργία αρχείων .stl, τα οποία αποθηκεύουν τις τρισδιάστατες επιφάνειες των δομών σε μια μορφή (format) που είναι συμβατή με προγράμματα 3D μοντελοποίησης. Τα βασικά στάδια της διαδικασίας είναι τα ακόλουθα:

- 1) **Εξαγωγή Τρισδιάστατων Επιφανειών:** Αρχικά, εφαρμόζονται αλγόριθμοι όπως η απόδοση όγκου (volume rendering) και η απόδοση επιφάνειας (surface rendering), για την εξαγωγή των τρισδιάστατων επιφανειών από τα τμηματοποιημένα δεδομένα. Αυτή η διαδικασία μετατρέπει την ακολουθία τμηματοποιημένων εικόνων σε ένα 3D μοντέλο, αξιοποιώντας και την πληροφορία της χωρικής ανάλυσης των αρχικών δεδομένων. Ενδεικτικά εργαλεία ανοιχτού κώδικα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά το στάδιο αυτό αποτελούν τα 3D slicer (Slicer Community, n.d.), Meshmixer (Autodesk, n.d.), Volpack (Laur & Hanrahan, n.d.) , Med3Web (Hongliang666, n.d.) και VTK (Hongliang666, n.d.).
- 2) **Ομαλοποίηση και Βελτιστοποίηση:** Στη συνέχεια, εφαρμόζονται διαδικασίες ομαλοποίησης και βελτιστοποίησης στα 3D μοντέλα για την αφαίρεση ακανόνιστων επιφανειών και την εξάλειψη τυχόν ατελειών, εξασφαλίζοντας την ομαλή και συνεχή απεικόνιση των δομών και την βελτίωση της συνολικής ποιότητας του μοντέλου. Ενδεικτικές βιβλιοθήκες που θα χρησιμοποιηθούν είναι το PyMeshLab (Cignoni, Callieri, & Corsini, n.d.) για την επεξεργασία και βελτίωση των 3D μοντέλων, και το VTK (Kitware, n.d.) για προηγμένες τεχνικές ανακατασκευής και οπτικοποίησης. Επιπλέον, για την βελτίωση και ομαλοποίηση των επιφανειών η βιβλιοθήκη MeshFix (Attene, n.d.-a, Attene, n.d.-b) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση ακανόνιστων

επιφανειών και την παραγωγή επιφανειών που μπορούν να αξιοποιηθούν στους απαιτούμενους υπολογισμούς.

- 3) Δημιουργία Αρχείων .STL: Τα βελτιστοποιημένα 3D μοντέλα μετατρέπονται σε αρχεία .stl, που αποθηκεύουν τις τρισδιάστατες επιφάνειες με τη μορφή συνόλου τριγώνων, έτοιμα για περαιτέρω επεξεργασία από τις υπόλοιπες μονάδες του του Ψηφιακού Διδύμου Αορτής. Ενδεικτικές βιβλιοθήκες λογισμικού που θα χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό είναι οι TrakEM2 (Cardona, n.d.) και ImageJ (Rasband & contributors, n.d.).

Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση της ποιότητας τμηματοποίησης κατά τη διαδικασία ανάπτυξης και εκπαίδευσης των μοντέλων, είναι κρίσιμη για την επιβεβαίωση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων που παράγονται από τη μονάδα επεξεργασίας εικόνας του SAFE-AORTA. Για το σκοπό αυτό θα ακολουθηθεί η ανάλυση σφάλματος του τμηματοποίησης, μέσω σύγκρισης των παραγόμενων αποτελεσμάτων με τμηματοποιήσεις αναφοράς, επισημασμένων και επαληθευμένων από ειδικούς. Για την αξιολόγηση της ομοιότητας μεταξύ της αυτόματης τμηματοποίησης και της αναφοράς θα γίνει χρήση μετρικών όπως η ποσοστιαία ακρίβεια και η ανάκληση (Precision-Recall), το Dice coefficient, το Jaccard index και η hausdorff distance.

Διαχείριση ανεπαρκούς ποιότητας της κατάτμησης

Λόγω της ανά διατομή επεξεργασίας των τομογραφιών, οποιαδήποτε δυσλειτουργία των υποσυστημάτων τμηματοποίησης έχει ως αποτέλεσμα τοπολογικές ανωμαλίες των αντίστοιχων τριγωνοποιημένων επιφανειών. Για την ανίχνευση των ανωμαλιών αυτών, στο υποσύστημα της κατασκευής τριγωνοποιημένων μοντέλων θα ενσωματωθεί έλεγχος συνέχειας των καθέτων διανυσμάτων των τριγώνων του μοντέλου. Μερικές από τις δυσλειτουργίες των υποσυστημάτων τμηματοποίησης (μικρές οπές, κατακερματισμός μικρών ή επιμηκών περιοχών) είναι πιθανό να προβλεφθούν και να αρθούν με μορφολογική διόρθωση στο αποτέλεσμα της τμηματοποίησης. Ωστόσο, η ανάγκη για τοπικότητα αυτών των μορφολογικών διορθώσεων ώστε να αποφευχθεί συνένωση ξένων αλλά γειτονικών δομών περιορίζει το εύρος της διόρθωσης.

Μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα εμφάνισης τέτοιων ανωμαλιών κατά την τμηματοποίηση ενδεχόμενων θρόμβων και επασβεστώσεων, καθώς οι δομές αυτές δεν ακολουθούν την αξονική ανάπτυξη της αορτής, είναι γειτονικές ακόμα και εφαπτόμενες στο τοίχωμά της και στην περίπτωση των επασβεστώσεων είναι κατακερματισμένες και επιμήκεις.

Στην περίπτωση ανίχνευσης μη άρσιμων τοπολογικών ανωμαλιών στο τριγωνοποιημένο μοντέλο μας από τις εξαχθείσες επιφάνειες, αντί του τριγωνοποιημένου μοντέλου θα επιστρέφεται το πηγαίο 3D νέφος σημείων του μοντέλου αυτού.

Προδιαγραφές διεπαφών για τη Μονάδα Επεξεργασίας Εικόνας

Η μονάδα επεξεργασίας εικόνας, ως ένα αυτόνομο συστατικό του συνολικού συστήματος, θα τοποθετηθεί εντός ενός Docker container (πλατφόρμα λογισμικού ανοιχτού κώδικα) προκειμένου να διασφαλιστεί η ευελιξία, η ασφάλεια και η ευκολία στη διαχείριση. Κάθε στάδιο της επεξεργασίας εικόνας θα υλοποιηθεί σε Python και C++ (χρησιμοποιώντας κατάλληλες βιβλιοθήκες λογισμικού, όπως:

- ITK, για την επεξεργασία των απεικονιστικών δεδομένων.
- VTK, για την οπτικοποίηση των δεδομένων και την δημιουργία/προβολή των 3D μοντέλων.

- GDCM, για την διαχείριση των δεδομένων DICOM.
- Boost, για την υποστήριξη πολυνηματικής επεξεργασίας των δεδομένων.

Όσον αφορά τις τεχνικές βαθιάς μάθησης, θα χρησιμοποιηθούν βιβλιοθήκες όπως:

- PyTorch (ή Keras) (Paszke et al., 2017), για την εκπαίδευση και ανάπτυξη των μοντέλων βαθιάς μάθησης
- Tensorboard (Chollet, 2015), για την παρακολούθηση και την οπτικοποίηση των μοντέλων βαθιάς μάθησης
- Albumentation (Buslaev et al., 2020) (ή/και) TorchIO (Pérez-García, Sparks, & Ourselin, 2021): για την επαύξηση δεδομένων (data augmentation)

Οι κύριες διεπαφές της μονάδας επεξεργασίας εικόνας είναι οι εξής:

- **Είσοδος - DICOM Εικόνες και Metadata:** Το σύστημα θα δέχεται ως είσοδο αξονικές αγγειογραφίες σε μορφή DICOM, συμπεριλαμβανομένων των σχετικών metadata. Τα metadata θα χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση και την επεξεργασία των εικόνων σύμφωνα με τις ανάγκες της τμηματοποίησης.
- **Έξοδος - Αρχεία .STL:** Η μονάδα θα παράγει αρχεία *.stl* για κάθε μία από τις τέσσερις δυνητικές δομές που αναγνωρίζονται και τμηματοποιούνται από τις εικόνες CTA. Κάθε αρχείο *.stl* θα αντιπροσωπεύει την τρισδιάστατη επιφάνεια της αντίστοιχης δομής. Θα παρέχεται η δυνατότητα για δυνητική έξοδο του πηγαιίου 3Δ νέφους σημείων δομών που ανιχνεύονται ανεπαρκώς και η 3Δ ανακατασκευή καθίσταται αδύνατη.

Προδιαγραφές Υλικού

Λαμβάνοντας υπόψη το ενδεχόμενο χρήσης αλγορίθμων βαθιάς μάθησης για την τμηματοποίηση, οι προδιαγραφές του υλικού για την εκτέλεση της μονάδας επεξεργασίας εικόνας πρέπει να είναι αντίστοιχες των απαιτήσεων των πιο απαιτητικών σεναρίων. Αυτό σημαίνει:

- Επεξεργαστής: Ισχυρός πολυπύρηνος επεξεργαστής, κατά προτίμηση τελευταίας γενιάς, για την ταχεία επεξεργασία των δεδομένων.
- Μνήμη RAM: Τουλάχιστον 32 GB RAM για την υποστήριξη της επεξεργασίας μεγάλων συνόλων δεδομένων και την ταυτόχρονη εκτέλεση πολλαπλών διεργασιών.
- Κάρτα Γραφικών (GPU): Υψηλής απόδοσης GPU, κατά προτίμηση με μεγάλη ποσότητα αφιερωμένης μνήμης VRAM, για την επιτάχυνση των υπολογισμών της βαθιάς μάθησης.
- Χώρος Αποθήκευσης: SSD με επαρκή χώρο αποθήκευσης για την αποδοτική πρόσβαση των προσωρινών ενδιάμεσων αποτελεσμάτων που διακινούνται μεταξύ των υπομονάδων της μονάδας επεξεργασίας εικόνας.

Οι παραπάνω προδιαγραφές υλικού είναι κρίσιμες για την ομαλή και αποδοτική λειτουργία της μονάδας επεξεργασίας εικόνας, ειδικά σε σενάρια όπου χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης που απαιτούν σημαντικούς υπολογιστικούς και μνημονικούς πόρους.

Εργαλεία Τμηματοποίησης και Επεξεργασίας Εικόνας

Σ' αυτή την ενότητα παρατίθενται εργαλεία που είναι δημόσια διαθέσιμα, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τμηματοποίηση (κατάτμηση) και την επεξεργασία των εικόνων.

1. TotalSegmentor

Ο TotalSegmentator αποτελεί ένα μοντέλο τμηματοποίησης βαθιάς μάθησης που μπορεί αυτόματα και εύρωστα να τμηματοποιήσει όλες τις κύριες ανατομικές δομές σε εικόνες αξονικής

τομογραφίας σώματος. Ο TotalSegmentator είναι ένας αλγόριθμος τμηματοποίησης που έχει εκπαιδευτεί σε ένα ποικίλο σύνολο δεδομένων, αποτελούμενο από 1204 εικόνες αξονικής τομογραφίας που δειγματολήφθηκαν τυχαία από κλινικές μελέτες ρουτίνας και σχετίζονται με περιπτώσεις χρήσης όπως ο όγκος οργάνων, ο χαρακτηρισμός της νόσου και ο σχεδιασμός χειρουργικής επέμβασης ή ακτινοθεραπείας. Έτσι, το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων αποτελεί ένα πραγματικό σύνολο δεδομένων που περιέχει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών παθολογιών, σαρωτών, αλληλουχιών και θέσεων.

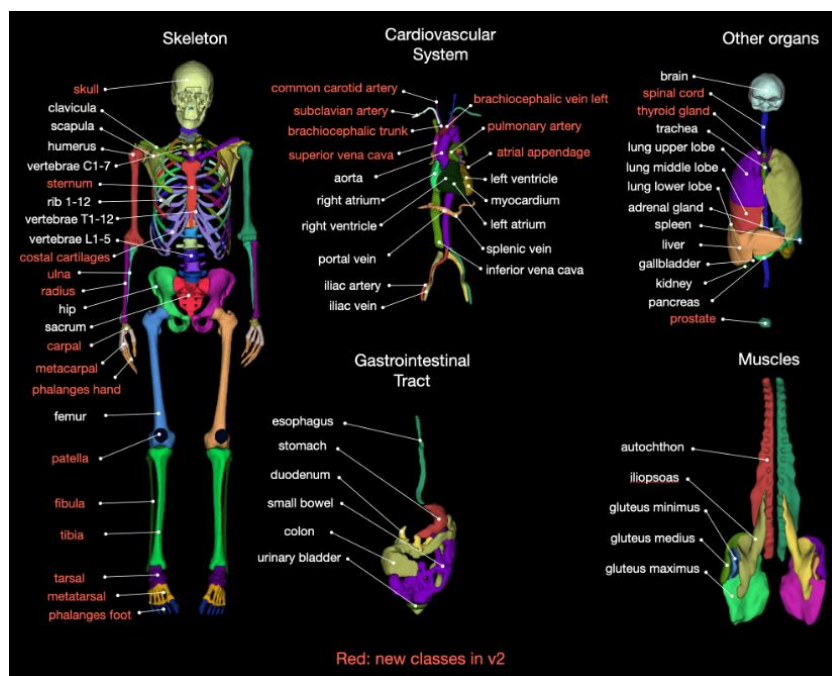
Το μοντέλο TotalSegmentator που αναπτύχθηκε επιτρέπει την ισχυρή και ακριβή κατάτμηση 117 ανατομικών δομών (Εικόνα 1), συμπεριλαμβανομένης της αορτής, που καλύπτουν την πλειοψηφία των σχετικών κατηγοριών για τις περισσότερες περιπτώσεις χρήσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι Wasserthal και συν., (2022) χρησιμοποίησαν το καθιερωμένο πλαίσιο τμηματοποίησης nn-Unet για να τμηματοποιήσουν με ακρίβεια και αξιοπιστία τις 117 δομές που απεικονίζονται σε αξονικές τομογραφίες ολόκληρου του σώματος (Wasserthal et al., 2023).

Ο TotalSegmentator είναι εύκολα διαθέσιμος ως ένα προεκπαιδευμένο πακέτο pip python (pip install totalsegmentator). Η χρήση του είναι τόσο απλή όσο το TotalSegmentator -i ct.nii.gz -o seg και λειτουργεί καλά για τις περισσότερες εικόνες αξονικής τομογραφίας.

Ο TotalSegmentator λειτουργεί σε Ubuntu, Mac και Windows και σε CPU και GPU.

Η εργαλειοθήκη (κώδικας) είναι δημόσια διαθέσιμη στη διεύθυνση: <https://github.com/wasserth/TotalSegmentator>

Το σχολιασμένο σύνολο δεδομένων (117 ανατομικές δομές, Σχήμα 15) είναι δημόσια διαθέσιμο στις διευθύνσεις: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6802613>, <https://zenodo.org/records/10047292>



Σχήμα 15. Απεικόνιση των 117 ανατομικών δομών που έχουν κατατμηθεί με τη χρήση του TotalSegmentator. Οι 23 κλάσεις σε κόκκινο χρώμα προστέθηκαν στη δεύτερη έκδοσή του.

2. CBIM-Medical-Image-Segmentation

Το CBIM-Medical-Image-Segmentation αποθετήριο είναι ένα πλαίσιο για τμηματοποίηση ιατρικών εικόνων βασισμένο σε PyTorch. Στόχος του είναι να παρέχει ένα εύχρηστο πλαίσιο για ακαδημαϊκούς ερευνητές για την ανάπτυξη και αξιολόγηση μοντέλων βαθιάς μάθησης. Το CBIM-Medical-Image-Segmentation παρέχει αντικειμενική («δίκαιη») αξιολόγηση και σύγκριση συνελκτικών νευρωνικών δικτύων (convolutional neural networks, CNNs) και μετασχηματιστών (transformers) σε πολλαπλά σύνολα δεδομένων ιατρικών εικόνων.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Καλύπτει ολόκληρη τη διαδικασία σχεδιασμού του μοντέλου, συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας δεδομένων, του ορισμού του μοντέλου, της διαμόρφωσης του μοντέλου, της εκπαίδευσης και της αξιολόγησης.
- Παρέχει μοντέλα SOTA ως βάση για σύγκριση. Ο ορισμός του μοντέλου, καθώς και ο κώδικας εκπαίδευσης και αξιολόγησης είναι απλοί χωρίς σύνθετη ενθυλάκωση κώδικα.
- Παρέχει μοντέλα, απώλειες, μετρικές, επαύξηση κ.λπ. για δεδομένα δισδιάστατα (2D) και τρισδιάστατα (3D), πολλαπλές τροπικότητες (modalities) και πολλαπλές εργασίες.
- Παρέχει βελτιστοποιημένες τεχνικές εκπαίδευσης για απόδοση SOTA.

Το CBIM-Medical-Image-Segmentation είναι δημόσια διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://github.com/yhygao/CBIM-Medical-Image-Segmentation>

Ο κώδικας θα κυκλοφορήσει στη διεύθυνση: <https://github.com/yhygao/universal-medical-image-segmentation>.

3. Seg3D

Το Seg3D είναι ένα εργαλείο τμηματοποίησης και επεξεργασίας όγκου που αναπτύχθηκε από το Κέντρο NIH για Ενσωματωτική Υπολογιστική Βιοϊατρική (NIH Center for Integrative Biomedical Computing). Το Seg3D συνδυάζει μια ευέλικτη χειροκίνητη διεπαφή τμηματοποίησης με ισχυρούς αλγόριθμους επεξεργασίας εικόνας και τμηματοποίησης υψηλότερων διαστάσεων από το Insight Toolkit.

Οι χρήστες μπορούν να εξερευνήσουν και να προσθέσουν ετικέτες σε όγκους εικόνων χρησιμοποιώντας παράθυρα απόδοσης όγκου και ορθογώνια προβολής τομής.

Το Seg3D είναι ένα σχετικά απλό στη χρήση πρόγραμμα τμηματοποίησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περιπτώσεις που αποτυγχάνουν τα προγράμματα αυτόματης τμηματοποίησης. Δίνει μεγάλη έμφαση στη χειροκίνητη και ημι-χειροκίνητη τμηματοποίηση, όπου τα φιλτραρισμένα δεδομένα καθοδηγούν τον χρήστη στην τμηματοποίηση των δεδομένων. Το πρόγραμμα προορίζεται κυρίως για, αλλά δεν περιορίζεται αυστηρά σε, κατάτμηση βιολογικών/ιατρικών δεδομένων.

Το Seg3D χρησιμεύει επίσης ως η αρχή του αγωγού μοντελοποίησης, όπου το BioMesh3D μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετατρέψει τις τμηματοποιήσεις σε ποιοτικά πλέγματα και το SCIRun μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση βιολογικών διεργασιών στις τμηματοποιημένες εικόνες.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Πλήρως τρισδιάστατη διεπαφή με πολλαπλούς όγκους που διαχειρίζονται ως επίπεδα
- Αυτόματη κατάτμηση ενσωματωμένη με χειροκίνητη διαμόρφωση περιγράμματος
- Απόδοση όγκου με δισδιάστατο (2D) χειρισμό συνάρτησης μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο

- Επεξεργασία και τμηματοποίηση εικόνας από το Insight Toolkit (ITK)
- Η εμφάνιση σε πραγματικό χρόνο της εξόδου φιλτραρίσματος ΙΤΚ επιτρέπει την υπολογιστική διεύθυνση
- 64-bit ενεργοποιημένο για χειρισμό μεγάλων όγκων σε μηχανήματα μεγάλης μνήμης
- Υποστηρίζει πολλές κοινές μορφές βιοϊατρικής εικόνας
- Ανοιχτού κώδικα με άδεια τύπου BSD
- Διασταυρούμενη πλατφόρμα: Windows, OSX και Linux

Το Seg3D διαθέτει [τεκμηρίωση](#) και είναι δημόσια διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.sci.utah.edu/cibc-software/seg3d.html>

Ο πηγαίος κώδικας του Seg3D είναι δημόσια διαθέσιμος στη διεύθυνση: <https://github.com/SCIIInstitute/Seg3D>

Τα σύνολα δεδομένων του Seg3D μπορούν να ληφθούν από το [GitHub](#). Μεμονωμένα σύνολα δεδομένων είναι επίσης διαθέσιμα από το [αρχείο συνόλου δεδομένων CIBC](#).

Τα δεδομένα μπορούν επίσης να κλωνοποιηθούν από το αποθετήριο GitHub χρησιμοποιώντας τη διεύθυνση URL <https://github.com/CIBC-Internal/Seg3DData>.

4. monai-test/wholeBody_ct_segmentation

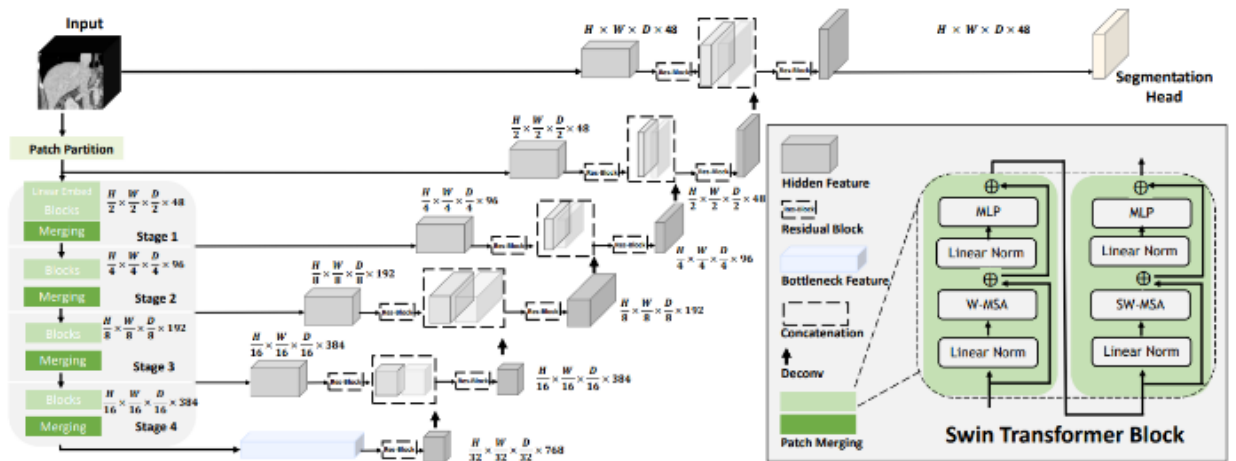
Τα μοντέλα τμηματοποίησης αξονικής τομογραφίας σώματος εξελίσσονται. Ξεκινώντας από το μοντέλο τμηματοποίησης πολλαπλών οργάνων της κοιλιάς ([Tang et al., 2021](#)), η κοινότητα αναπτύσσει τώρα εκατοντάδες ανατομίες-στόχους. Σ' αυτή τη δέσμη, παρέχονται εκ νέου εκπαιδευμένα μοντέλα για τρισδιάστατη (3D) τμηματοποίηση 104 τμημάτων ολόκληρου του σώματος.

Αυτό το μοντέλο έχει εκπαιδευτεί χρησιμοποιώντας το δίκτυο SegResNet ([Myronenko et al., 2022](#)) και χρησιμοποιώντας σύνολα δεδομένων του TotalSegmentator ([Wasserthal et al., 2023](#)).

Το WholeBody CT Segmentation είναι διαθέσιμο στη διεύθυνση: https://huggingface.co/monai-test/wholeBody_ct_segmentation

5. monai-test/swin_unetr_btcv_segmentation

Το Swin Unetr BTCV Segmentation συνιστά ένα προεκπαιδευμένο Swin UNETR ([Hatamizadeh et al., 2022](#), [Tang et al. 2021](#)) για ογκομετρική (3D) πολυοργανική τμηματοποίηση χρησιμοποιώντας εικόνες CT από το σύνολο δεδομένων πρόκλησης τμηματοποίησης 'Beyond the Cranial Vault (BTCV)' ([Landman et al. 2015](#)) (Σχήμα 16).



Σχήμα 16. Απεικόνιση της αρχιτεκτονικής του μοντέλου Swin Unetr.

Το Swin Unetr BTCV Segmentation είναι διαθέσιμο στη διεύθυνση: https://huggingface.co/monai-test/swin_unetr_btcv_segmentation

6. The Vascular Modeling Toolkit

Το vmtk είναι μια συλλογή βιβλιοθηκών και εργαλείων για:

- τρισδιάστατη ανακατασκευή,
- γεωμετρική ανάλυση,
- δημιουργία πλέγματος και
- ανάλυση δεδομένων επιφάνειας για **μοντελοποίηση αιμοφόρων αγγείων βάσει εικόνας**.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κατάτμηση

Το vmtk υποστηρίζει την τμηματοποίηση αγγειακών τμημάτων (ή άλλων ανατομικών δομών) από ιατρικές εικόνες.

Μια νέα μέθοδος υπολογισμού κλίσης που βασίζεται σε αντίθετες πεπερασμένες διαφορές επιτρέπει την κατάτμηση μικρών (έως 1,2 εικονοστοιχεία/διάμετρο) αγγείων. Το διαδραστικό επίπεδο ορίζει την προετοιμασία βάσει της μεθόδου γρήγορης πορείας. Αυτό περιλαμβάνει μια ολοκαίνουργια μέθοδο για την επιλογή ενός αγγειακού τμήματος που αποτελείται από δύο σημεία που αγνοούν αυτόματα τους πλευρικούς κλάδους, χωρίς να εμπλέκονται παράμετροι.

Η τμηματοποίηση μιας σύνθετης αγγειακής οδού καταλήγει:

- στην επιλογή των τελικών σημείων ενός κλάδου,
- στο να αφήνονται τα επίπεδα να έλκονται από κορυφές κλίσης με ενεργοποιημένο τον μοναδικό όρο της προσαγωγής,
- στην επανάληψη της λειτουργίας για όλους τους κλάδους και
- στη συγχώνευση όλων σε ένα ενιαίο μοντέλο.

Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του vmtk, όπως οι κεντρικές γραμμές, η γεωμετρική ανάλυση, η δημιουργία πλέγματος, η μετά-επεξεργασία και το σύστημα PYPING αναφέρονται αναλυτικά στην ενότητα της μορφολογικής ανάλυσης.

Το vmtk διαθέτει [τεκμηρίωση](#) και είναι δημόσια διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.vmtk.org/>

7. SlicerHeart

Το SlicerHeart είναι μια εξελισσόμενη πλατφόρμα επεξεργασίας εικόνας ανοικτού κώδικα που βασίζεται στο 3D Slicer που ξεκίνησε για να υποστηρίξει τη διερεύνηση και τη θεραπεία συγγενών καρδιακών παθήσεων. Η τεχνολογία της SlicerHeart παρέχει δυνατότητες για έρευνα στην καρδιαγγειακή ιατρική μέσα από την ανάλυση τρισδιάστατης εικόνας (Lasso et al., 2022).

Η επέκταση SlicerHeart περιέχει εργαλεία για εισαγωγή καρδιακής εικόνας (3D/4D υπερηχογράφημα, CT, MRI), ποσοτικοποίηση, χειρουργικό σχεδιασμό και σχεδιασμό και αξιολόγηση τοποθέτησης εμφυτευμάτων.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η επέκταση περιλαμβάνει επί του παρόντος τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (προστίθενται συνεχώς νέα χαρακτηριστικά):

Εισαγωγή και εξαγωγή καρδιακής εικόνας

- Πρόσθετα εισαγωγής εικόνων υπερήχων DICOM: επιτρέπουν τη φόρτωση εικόνων υπερήχων Philips Affinity 3D, 3D εικόνων υπερήχων και 2D ακολουθιών εικόνων GE, 3D εικόνων υπερήχων Eigen Artemis και ορισμένων 3D εικόνων υπερήχων της Siemens, της Samsung, της Canon και της Hitachi.
- Philips 4D US DICOM επικολλητής: οι 4D echo καρτεσιανές εικόνες που εξάγονται από την Philips QLAB δεν είναι έγκυρα αρχεία DICOM. Αυτή η ενότητα διορθώνει τα αρχεία και τα καθιστά ικανά για φόρτωση σε 3D Slicer.
- Ανακατασκευή 4D Cine-MRI: ανακατασκευή της ακολουθίας καρτεσιανών όγκων από ένα αραιό σύνολο πλαισίων μαγνητικής τομογραφίας της καρδιάς.
- Carto Εξαγωγή: εξαγωγή μοντέλων που θα χρησιμοποιηθούν σε συστήματα χαρτογράφησης Carto EP.
- Εισαγωγή αρχείων δεδομένων TomTec UCD: επιτρέπει τη φόρτωση του αρχείου *.UCD.data.zip ως μια ακολουθία μοντέλου. Όταν συρθεί και αποτεθεί το αρχείο zip στο παράθυρο της εφαρμογής, επιλέγεται "Όχι" στην ερώτηση "Το επιλεγμένο αρχείο είναι αρχείο zip, ανοίξτε το και φορτώστε τα περιεχόμενα" και, στη συνέχεια, επιλέγεται κλικ στο OK στο εμφανιζόμενο παράθυρο "Προσθήκη δεδομένων..."

Οπτικοποίηση καρδιακής εικόνας

- Απόδοση όγκου αντίληψης: μονάδα για εμφάνιση 3D/4D εικόνων υπερήχων καρδιάς με χρωματισμό που εξαρτάται από την απόσταση.
- Προβολή βαλβίδας: μονάδα για οπτικοποίηση καρδιακών βαλβίδων: επιτρέπει την κοπή του όγκου χρησιμοποιώντας δύο περιστρεφόμενα ορθογώνια επίπεδα. Αυτή η δυνατότητα υπάρχει κυρίως για το Slicer-4.10, καθώς στο Slicer-4.11 και τις νεότερες εκδόσεις, αυτή η δυνατότητα είναι ενσωματωμένη στον πυρήνα Slicer (ενεργοποίηση διασταυρώσεων τομής και Ctrl/Command + Alt + Αριστερό κλικ-και σύρσιμο για περιστροφή προβολής τομής).

Ποσοτικοποίηση

- Ανάλυση δακτυλίου βαλβίδας: προσδιορίζει τις βασικές ιδιότητες της καρδιακής βαλβίδας και το περίγραμμα του δακτυλίου.

- Τμηματοποίηση βαλβίδων: μονάδα για ογκομετρική τμηματοποίηση των καρδιακών βαλβίδων.
- Ανάλυση φυλλαδίου: δημιουργία μοντέλων επιφάνειας φυλλαδίου βαλβίδας από ογκομετρική κατάτμηση βαλβίδας.
- Ανάλυση θηλώδους βαλβίδας: επιτρέπει τον καθορισμό των θηλωδών μυών και των τενοντίων χορδών για τον υπολογισμό των γωνιών και των μηκών.
- Ποσοτικοποίηση βαλβίδας: αυτόματος υπολογισμός δακτυλίου καρδιακής βαλβίδας, φυλλάδιο και θηλώδεις μετρικές.
- Εξαγωγή παρτίδας βαλβίδας: εκτέλεση ποσοτικοποίησης βαλβίδας και αποτελέσματα εξαγωγής για μια μεγάλη κοόρτη δεδομένων.
- Επιφάνεια στομίου: μέτρηση του εμβαδού διατομής των ανοιγμάτων σ' ένα μοντέλο, για παράδειγμα για να ποσοτικοποιηθεί η περιοχή του στομίου αναγωγής.
- Αναλυτής σχήματος δακτυλίου: επιτρέπει πληθυσμιακές παρατηρήσεις για δυναμικό δακτυλιοειδές σχήμα.
- Υπολογισμός φθορο ροής: μέτρηση Qp-split χρησιμοποιώντας άμεσα διαθέσιμες ακολουθίες ακτινοσκόπησης.

Σχεδιασμός και αξιολόγηση τοποθέτησης εμφυτευμάτων

- Προσομοιωτής καρδιακής συσκευής: ενότητα για την αξιολόγηση της τοποθέτησης καρδιακών εμφυτευμάτων. Εμφανίζει όλα τα μοντέλα των καρδιακών συσκευών (συσκευή Harmony, γενική κυλινδρική συσκευή, διάφορες συσκευές ASD/VSD) και όλα τα διαθέσιμα εργαλεία ανάλυσης.
- Προσομοιωτής συσκευής ASD/VSD: προσομοιωτής καρδιακής συσκευής για ανάλυση τοποθέτησης συσκευής ASD/VSD.
- Προσομοιωτής βαλβίδας TCAV
- Προσομοιωτής συσκευής ValveClip
- Γεννήτρια καλουπιών φυλλαδίου: εργαλείο για αυτόματη δημιουργία τρισδιάστατων εκτυπώσιμων καλουπιών για την κατασκευή προσομοιωμένων βαλβίδων από σιλικόνη.

Χειρουργικός σχεδιασμός

- Σχεδιασμός διαφραγμάτων: εργαλείο μοντελοποίησης για εικονικό σχεδιασμό ενδοκαρδιακών διαφραγμάτων - ή οποιονδήποτε άλλων λεπτών καμπυλωτών επιφανειών σε οποιοδήποτε κλινικές ειδικότητες.

Το SlicerHeart είναι δημόσια διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://github.com/SlicerHeart/SlicerHeart>

8. The Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK)

Η εργαλειοθήκη Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK) είναι ένα δωρεάν και ευέλικτο πρόγραμμα λογισμικού ανοικτού κώδικα για την ανάπτυξη εφαρμογών επεξεργασίας ιατρικών εικόνων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλειοθήκη C++ ή ως πλαίσιο εφαρμογής για ανάπτυξη λογισμικού.

Το MITK είναι ένα πλαίσιο ανοικτού κώδικα που αναπτύχθηκε αρχικά ως κοινό πλαίσιο για διδακτορικούς φοιτητές του Τομέα Ιατρικής και Βιολογικής Πληροφορικής (MBI) του Γερμανικού Κέντρου Έρευνας για τον Καρκίνο και στοχεύει να υποστηρίξει την ανάπτυξη λογισμικού ιατρικής απεικόνισης αιχμής με υψηλό βαθμό αλληλεπίδρασης.

Το MITK συνδυάζει το [Insight Toolkit \(ITK\)](#) και το [Visualization Toolkit \(VTK\)](#) με ένα πλαίσιο εφαρμογής. Συγκεκριμένα, το MITK επαναχρησιμοποιεί σχεδόν οτιδήποτε από το VTK και το ITK. Το MITK δεν είναι ανταγωνιστικό του VTK ή του ITK, αλλά μια επέκταση, η οποία προσπαθεί να διευκολύνει τον συνδυασμό και των δύο και να προσθέσει λειτουργίες που δεν υποστηρίζονται από το VTK ή το ITK. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το MITK και οι εφαρμογές MITK δεν είναι πιστοποιημένα ιατρικά προϊόντα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε ερευνητικό περιβάλλον. Επίσης, δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στη φροντίδα ασθενών.

Το MITK είναι μια C++ εργαλειοθήκη διασταυρούμενης πλατφόρμας και υποστηρίζει επίσης:

- Windows
- Linux
- macOS

Το MITK διαθέτει [τεκμηρίωση](#), [εγχειρίδιο χρήσης](#) και είναι δημόσια διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://github.com/MITK/MITK>

6.1.3 Μονάδα Μορφολογικής Ανάλυσης

Η Μονάδα Μορφολογικής Ανάλυσης αναλαμβάνει την αξιολόγηση των γεωμετρικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών της αορτής. Υπολογίζει παραμέτρους όπως η διάμετρος, η καμπυλότητα και ο όγκος, παρέχοντας βασικούς δείκτες για την εκτίμηση της εξέλιξης του ανευρύσματος. Τα δεδομένα που προκύπτουν ενσωματώνονται στο Ψηφίδα, υποστηρίζοντας την εξατομίκευση της διάγνωσης και της θεραπείας.

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικές κατηγορίες προδιαγραφών για την μορφολογική μονάδα

1. Είσοδος: Αρχεία .stl που αφορούν σε συνολική δομή ανευρυσματικής κοιλιακής αορτής (συμπεριλαμβάνοντας τον αυλό του αίματος και τον ενδοαυλικό θρόμβο), και σε ξεχωριστές δομές του αυλού του αίματος και του ενδοαυλικού θρόμβου (εφόσον υπάρχει). Επομένως συγκαταλέγονται 1-3 αρχεία .stl ανά περίπτωση ασθενούς.
2. Έξοδος: 5 τιμές μέγιστης διαμέτρου σε mm (παρακάτω a-e) και 3 τιμές μήκους σε mm (παρακάτω a-c), 2 τιμές ελίκωσης (παρακάτω d-e), 5 τιμές γωνίωσης (παρακάτω a-e), 2 τιμές όγκου σε mm³ (c, f), για:
 - a. Αυχένα ανευρύσματος
 - b. Αυλό αίματος
 - c. Ανεύρυσμα
 - d. Αριστερή λαγόνιο αρτηρία
 - e. Δεξιά λαγόνιο αρτηρία
 - f. Ενδοαυλικός θρόμβος

Αυτές οι τιμές μπορούν να καταγραφούν σε οποιοδήποτε είδος αρχείου ή εξόδου. Προς το παρόν έχει επιλεγθεί το json format.

3. Περιβάλλον ανάπτυξης μονάδας (γλώσσα προγραμματισμού): Python, χρησιμοποιώντας μόνο βιβλιοθήκες ανοικτού κώδικα.

4. Υπολογιστικές Απαιτήσεις: Χρήση συμβατικών Η/Υ, οι υπολογιστικές απαιτήσεις /απαιτήσεις χωρητικότητας για τους υπολογισμούς των παραπάνω μετρήσεων δεν χρήζουν μεγάλης ισχύος.

6.1.4 Μονάδα Αιμοδυναμικής

Η Μονάδα Αιμοδυναμικής αποτελεί κρίσιμο στοιχείο του συνολικού συστήματος, καθώς είναι υπεύθυνη για την προσομοίωση της ροής αίματος στην αορτή με τη χρήση προηγμένων αριθμητικών μοντέλων και τεχνικών βαθιάς μάθησης. Εξάγει αιμοδυναμικούς δείκτες, όπως η διατμητική τάση τοιχώματος (Wall Shear Stress) και η πίεση στον αυλό. Οι συγκεκριμένοι δείκτες αποτελούν κρίσιμα εργαλεία για την πρόβλεψη της ρήξης ανευρύσματος και την κατανόηση της αιμοδυναμικής συμπεριφοράς.

Προσομοιώσεις Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής (CFD)

Σε αυτό το στάδιο, οι προεπεξεργασμένες γεωμετρίες της κοιλιακής αορτής —που έχουν απομονωθεί και βελτιστοποιηθεί μέσω της μορφολογικής ανάλυσης— μετατρέπονται σε κατάλληλα υπολογιστικά μοντέλα προκειμένου να εκτελεστούν οι προσομοιώσεις Υπολογιστικής Ρευστοδυναμικής (CFD – Computational Fluid Dynamics).

Τεχνικές Λεπτομέρειες Προσομοίωσης

- **Δημιουργία και Βελτιστοποίηση Πλέγματος:**

Η διαδικασία ξεκινά με την εισαγωγή των δομών που προέρχονται από αξονικές τομογραφίες (CT scans). Οι γεωμετρίες αυτές περνούν από μια σειρά επεξεργασιών, όπως ο διαχωρισμός του τοιχώματος και των καλυμμάτων στις εισόδους και εξόδους της αορτής, καθώς και η μετατροπή τους σε αρχείο STL. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται το λογισμικό *SimVascular* για την κατασκευή ενός αρχικού πλέγματος, το οποίο βελτιστοποιείται λαμβάνοντας υπ' όψιν τις ιδιαιτερότητες κάθε γεωμετρίας, εξασφαλίζοντας την επαρκή ανάλυση στα κρίσιμα σημεία.

- **Ορισμός Συνοριακών Συνθηκών:**

Στη μονάδα αυτή, εφαρμόζονται λεπτομερείς συνοριακές συνθήκες που περιλαμβάνουν:

- Την εισαγωγή κατάλληλων τιμών για την πίεση στην είσοδο του ανευρύσματος.
- Την εφαρμογή συνθηκών αντίστασης στις λαγόνιες αρτηρίες.
- Τον καθορισμό της συμπεριφοράς της ροής, τόσο στα σταθερά όσο και στα δυναμικά σενάρια, με στόχο την προσομοίωση της φυσιολογικής και παθολογικής ροής αίματος.

- **Παραμετροποίηση και Εξαγωγή Δεδομένων:**

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, εξάγονται δεδομένα όπως:

- **Ταχύτητα Ροής:** Καταγραφή των διανυσματικών συνιστωσών της ταχύτητας (u, v, w).
- **Πίεση στον Αυλό:** Μέσες τιμές πίεσης που αποτυπώνουν τη δυναμική συμπεριφορά της ροής.
- **Διατμητική Τάση Τοιχώματος (WSS):** Υπολογισμός των WSS (WSS_X, WSS_Y, WSS_Z), δεικτών που είναι κρίσιμοι για την αξιολόγηση της μηχανικής φόρτισης του τοιχώματος και την πρόβλεψη της ρήξης του ανευρύσματος.

Τα παραπάνω αποτελέσματα καταγράφονται με ακρίβεια σε κατάλληλα διαμορφωμένα αρχεία Excel, όπου οι συντεταγμένες της γεωμετρίας συνδυάζονται με τις τιμές των αιμοδυναμικών παραμέτρων.

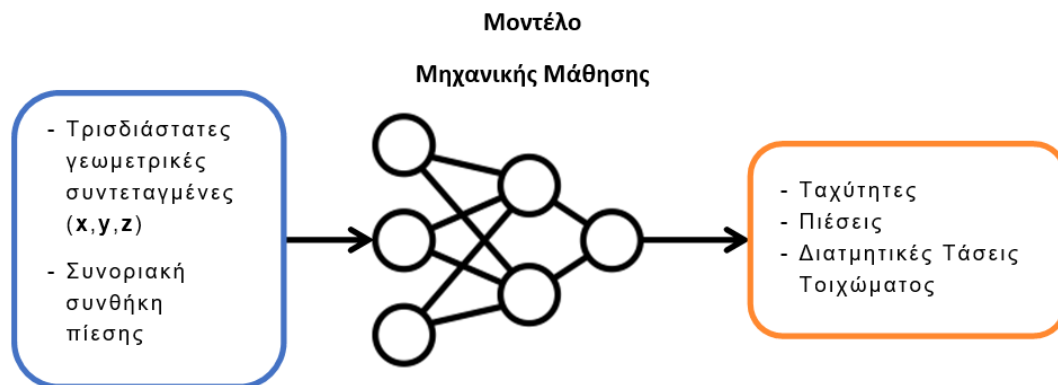
Ενσωμάτωση με Τεχνολογία Μηχανικής Μάθησης

Τα αποτελέσματα της CFD προσομοίωσης χρησιμοποιούνται ως είσοδος για την *εκπαίδευση και επικύρωση ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (ΤΝΔ) Βαθιάς Μάθησης (Deep Learning Artificial Neural Network)*, επιτρέποντας την ταχεία και ακριβή πρόβλεψη των κρίσιμων αιμοδυναμικών δεικτών.

Το υλοποιηθέν σύστημα αρχικά λαμβάνει ως είσοδο τα στοιχεία της *γεωμετρίας του τοιχώματος* μιας κοιλιακής αορτής, κωδικοποιημένα σε ένα αρχείο STL. Από τα στοιχεία της γεωμετρίας του τοιχώματος της αορτής δημιουργείται, με κατάλληλο τρόπο, ένα *νέφος σημείων* (point cloud) της γεωμετρίας της αορτής, το οποίο και περιλαμβάνει εσωτερικά σημεία της αορτής και του τοιχώματός της. Το νέφος σημείων αυτό συνδυάζεται με μία *συνοριακή συνθήκη πίεσης* (έναν πραγματικό αριθμό που δίδεται από τον χρήστη), η οποία αποτελεί και αυτή είσοδο του συστήματος. Ο συνδυασμός του νέφους σημείων της γεωμετρίας της αορτής και της συνοριακής συνθήκης πίεσης καταγράφεται σε μορφή πίνακα (tabular form), ο οποίος και αποτελεί είσοδο του μοντέλου Μηχανικής Μάθησης. Τελικά, το μοντέλο Μηχανικής Μάθησης παράγει ως έξοδο μία πρόβλεψη/εκτίμηση για ένα σύνολο μη επεμβατικών αιμοδυναμικών δεικτών της αορτής. Με τη σειρά τους, οι δείκτες αυτοί ερμηνεύονται από τους εμπειρογνώμονες, οι οποίοι και λαμβάνουν αποφάσεις σχετικές με την πορεία ενός (ενδεχόμενου) ΑΚΑ.

Η αρχιτεκτονική του μοντέλου Μηχανικής Μάθησης αποτυπώνεται στο Σχήμα 17. Το μοντέλο αυτό λαμβάνει ως είσοδο το προαναφερθέν νέφος σημείων της γεωμετρίας μιας αορτής (σε μορφή τρισδιάστατων γεωμετρικών συντεταγμένων), καθώς και την προαναφερθείσα συνοριακή συνθήκη πίεσης. Έξοδο του μοντέλου αποτελεί μία πρόβλεψη/εκτίμηση για ένα σύνολο

μη επεμβατικών αιμοδυναμικών δεικτών της αορτής, όπως ταχύτητες, πιέσεις και διατμητικές τάσεις τοιχώματος.

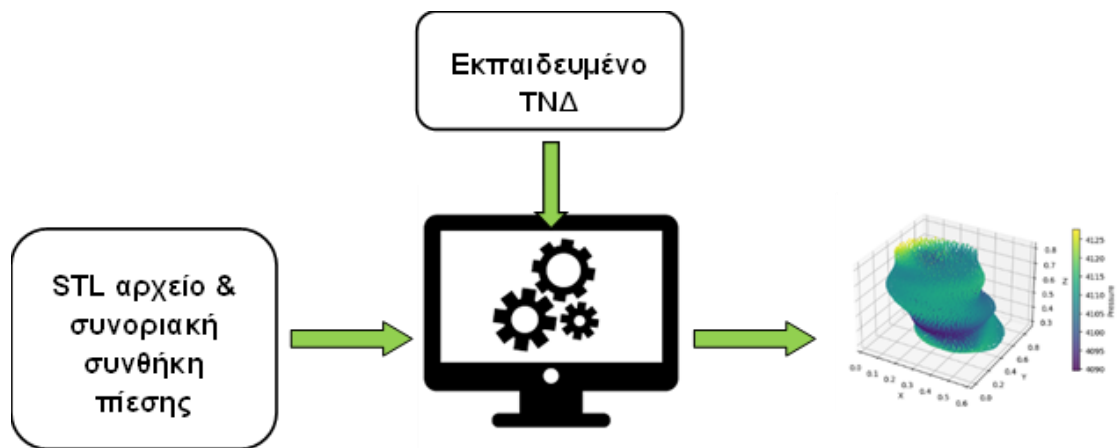


Σχήμα 17. Αρχιτεκτονική μοντέλου Μηχανικής Μάθησης του συστήματος.

Το υλοποιηθέν σύστημα έχει ελάχιστες εξαρτήσεις (dependencies), με την έννοια ότι η λειτουργία του απαιτεί ελάχιστα επιπρόσθετα εργαλεία λογισμικού. Συγκεκριμένα, το σύστημα δύναται να φιλοξενηθεί σε έναν Server (εξυπηρετητή), συμβατικής υπολογιστικής ισχύος, ο οποίος θα παρέχει την δυνατότητα εκτέλεσης κώδικα γλώσσας προγραμματισμού *Python*, και υποστήριξης βασικών βιβλιοθηκών, όπως οι NumPy, Pandas, TensorFlow και OpenPyXL. Επιπροσθέτως, απαιτείται το πακέτο βιβλιοθηκών MATLAB Runtime (R2024a (24.1), Windows 64-bit) (<https://www.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>).

Τα δεδομένα εισόδου του κώδικα δύνανται να φορτώνονται από έναν καθορισμένο κατάλογο εργασίας (working directory) του Server, στον οποίο θα είναι αποθηκευμένα και τα αρχεία που χρησιμοποιεί ο κώδικας κατά την εκτέλεσή του (π.χ., το αρχείο που περιέχει τις παραμέτρους του εκπαιδευμένου ΤΝΔ ή τα αρχεία στα οποία θα περιέχονται τα δεδομένα εισόδου του ΤΝΔ).

Τελικώς, ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 18. Ουσιαστικά, ο χρήστης παρέχει ως είσοδο ένα αρχείο *STL* στο οποίο κωδικοποιούνται τα στοιχεία της γεωμετρίας του τοιχώματος μιας κοιλιακής αορτής, το πλήθος των σημείων του νέφους (έναν πραγματικό αριθμό), και μία *συνοριακή συνθήκη πίεσης* (έναν πραγματικό αριθμό). Το σύστημα φορτώνει από τον κατάλογο εργασίας το αρχείο που περιέχει τις παραμέτρους του εκπαιδευμένου ΤΝΔ, και τελικά παράγει ως έξοδο μία πρόβλεψη/εκτίμηση για ένα σύνολο μη επεμβατικών αιμοδυναμικών δεικτών της αορτής.



Σχήμα 18. Τρόπος λειτουργίας του υλοποιηθέντος συστήματος

Συμπερασματικά, η Μονάδα Αιμοδυναμικής, μέσω της συνδυασμένης χρήσης λεπτομερών αριθμητικών προσομοιώσεων και τεχνικών βαθιάς μάθησης, παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς της ροής αίματος στην αορτή. Οι ακριβείς υπολογισμοί πίεσης, ταχύτητας και διατμητικών τάσεων τοιχώματος συμβάλλουν καθοριστικά στην πρόβλεψη της ρήξης ανευρύσματος και στην κατανόηση των μηχανικών φορτίων που δρουν στο αγγειακό τοίχωμα, ενισχύοντας έτσι την υποστήριξη κλινικών αποφάσεων στο πλαίσιο του έργου.

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικές κατηγορίες προδιαγραφών για την μονάδα αιμοδυναμικής

1. Είσοδος: Αρχεία stl / vtk / obj που αναπαριστούν τα εσωτερικά τοιχώματα της κοιλιακής αορτής ως πλέγμα τριγώνων.
2. Έξοδος: Ο τύπος της εξόδου είναι ευέλικτος. Πιθανές μορφές που μπορούν να αξιοποιηθούν:
 - Αρχεία συμβατά με COMSOL (mph) (για χρήση με το λογισμικό COMSOL)
 - Αρχεία PyTorch (.pt)
 - Αρχεία απεικόνισης 3D (π.χ., .vtk, .vtu, .ply)
 - Ειδικά διαμορφωμένα .txt

Να σημειωθεί ότι η διαδικασία template registration, που χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη Deformetrica, παράγει ενδιάμεσα αποτελέσματα σε μορφές VTK, εξειδικευμένα αρχεία .txt και αρχεία XML. Αυτά είναι ενδιάμεσα αποτελέσματα και όχι η τελική έξοδος της διαδικασίας.

3. Περιβάλλον Ανάπτυξης Μονάδας: Η ανάπτυξη γίνεται αποκλειστικά σε Python, χρησιμοποιώντας μόνο βιβλιοθήκες ανοικτού κώδικα.
 - Deformetrica: Χρησιμοποιείται για την ευθυγράμμιση προτύπου των τοιχωμάτων της αορτής του ασθενούς που είναι ένα σημαντικό βήμα που θα ενσωματωθεί στο τελικό pipeline. Το deformetrica αποτελεί βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα, ωστόσο έχουν γίνει τροποποιήσεις στις εξαρτήσεις του λογισμικού για συμβατότητα με παλαιότερες βιβλιοθήκες. Η τροποποιημένη έκδοση φιλοξενείται σε ιδιωτικό αποθετήριο στο GitHub.

- COMSOL Multiphysics: Χρησιμοποιείται για προσομοιώσεις ροής αίματος σε στάδιο προσομοίωσης για παραγωγή δεδομένων εκπαίδευσης που δεν ενσωματώνεται στο τελικό pipeline.
4. Μοντέλα Μάθησης: Τα μοντέλα μας είναι υλοποιημένα σε PyTorch και συνεπώς επεξεργάζονται και παράγουν τένσορες που αποθηκεύονται σε αρχεία .pt, ωστόσο η μετατροπή τους σε άλλες μορφές (stl, vtk, obj, mph) είναι πολύ ευκολή.
- Είσοδος/Εξοδος Μοντέλων: Τριγωνικά γεωμετρικά πλέγματα (stl, vtk, obj, etc)
 - Έξοδος: Πεδία διανυσμάτων που αναπαριστούν εκτιμήσεις ταχυτήτων/πιέσεων (mph, stl, vtk, obj, etc)

5. Υπολογιστικές Απαιτήσεις

Μέγεθος Μοντέλων: Τα μοντέλα μας είναι σχετικά μικρά, με εκτιμώμενο μέγεθος που δεν ξεπερνά μερικά megabytes.

Επιτάχυνση Υλικού: Για αποδοτικότερη χρήση του μοντέλου εκτίμησης πεδίων ταχυτήτων / πιέσεων και την ευθυγράμμιση προτύπου, υποστηρίζεται η επιτάχυνση με CUDA GPUs (προαιρετική).

Εκτίμηση Πόρων:

- CPU: Μέτρια
- RAM: Μέτρια / Χαμηλή
- Αποθηκευτικός Χώρος: Χαμηλός

Επιπλέον δυνατότητες αξιοποίησης CUDA GPUs

6.1.5 Μονάδα Μηχανικής Τοιχώματος

Η Μονάδα Μηχανικής Τοιχώματος επικεντρώνεται στον υπολογισμό των τάσεων και των παραμορφώσεων που υφίσταται το τοίχωμα της αορτής. Χρησιμοποιεί μοντέλα πεπερασμένων στοιχείων (Finite Element Analysis - FEA) για την εκτίμηση της μηχανικής συμπεριφοράς. Τα αποτελέσματα της μονάδας συμβάλλουν στην αξιολόγηση της δομικής ακεραιότητας του ανευρύσματος και στη λήψη αποφάσεων για πιθανές θεραπευτικές παρεμβάσεις.

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικές κατηγορίες προδιαγραφών για την μονάδα μηχανικής τοιχώματος

1. Είσοδος: Αρχεία stl / vtk / obj που αναπαριστούν τα εσωτερικά τοιχώματα της κοιλιακής αορτής ως πλέγμα τριγώνων.
2. Έξοδος: Ο τύπος της εξόδου είναι ευέλικτος. Πιθανές μορφές που μπορούν να αξιοποιηθούν:
 - Αρχεία συμβατά με πακέτα ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων όπως για παράδειγμα ANSYS, ABAQUS, COMSOL (mph) (για χρήση με το λογισμικό COMSOL)
 - Αρχεία PyTorch (.pt)
 - Αρχεία απεικόνισης 3D (π.χ., .vtk, .vtu, .ply)

- Ειδικά διαμορφωμένα .txt

Να σημειωθεί ότι η διαδικασία `template registration`, που χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη `Deformetrica`, παράγει ενδιάμεσα αποτελέσματα σε μορφές `VTK`, εξειδικευμένα αρχεία `.txt` και αρχεία `XML`. Αυτά είναι ενδιάμεσα αποτελέσματα και όχι η τελική έξοδος της διαδικασίας.

3. Περιβάλλον Ανάπτυξης: η ανάπτυξη γίνεται αποκλειστικά σε `Python`, χρησιμοποιώντας μόνο βιβλιοθήκες ανοικτού κώδικα.
 - `Deformetrica`: Χρησιμοποιείται για την ευθυγράμμιση προτύπου των τοιχωμάτων της αορτής του ασθενούς που είναι ένα σημαντικό βήμα που θα ενσωματωθεί στο τελικό `pipeline`. Το `deformetrica` αποτελεί βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα, ωστόσο έχουν γίνει τροποποιήσεις στις εξαρτήσεις του λογισμικού για συμβατότητα με παλαιότερες βιβλιοθήκες. Η τροποποιημένη έκδοση φιλοξενείται σε ιδιωτικό αποθετήριο στο `GitHub`.
 - `COMSOL Multiphysics`: Χρησιμοποιείται για προσομοιώσεις ροής αίματος, και μηχανικής απόκρισης τοιχωμάτων σε στάδιο προσομοίωσης για παραγωγή δεδομένων εκπαίδευσης που δεν ενσωματώνεται στο τελικό `pipeline`.

4. Μοντέλα Μάθησης

Τα μοντέλα μας είναι υλοποιημένα σε `PyTorch` και συνεπώς επεξεργάζονται και παράγουν τένσορες που αποθηκεύονται σε αρχεία `.pt`, ωστόσο η μετατροπή τους σε άλλες μορφές (`stl`, `vtk`, `obj`, `mph`) είναι πολύ ευκολή.

- Είσοδος/Έξοδος Μοντέλων: Τριγωνικά γεωμετρικά πλέγματα (`stl`, `vtk`, `obj`, etc)
- Έξοδος: Πεδία διανυσμάτων που αναπαριστούν εκτιμήσεις ταχυτήτων/πιέσεων για τη ροή καθώς και τάσεων για τα τοιχώματα (`mph`, `stl`, `vtk`, `obj`, etc)

5. Υπολογιστικές Απαιτήσεις

Μέγεθος Μοντέλων: Τα μοντέλα μας είναι σχετικά μικρά, με εκτιμώμενο μέγεθος που δεν ξεπερνά μερικά `megabytes`.

Επιτάχυνση Υλικού: Για αποδοτικότερη χρήση του μοντέλου εκτίμησης πεδίων ταχυτήτων / πιέσεων και την ευθυγράμμιση προτύπου, υποστηρίζεται η επιτάχυνση με `CUDA GPUs` (προαιρετική).

Εκτίμηση Πόρων:

- `CPU`: Μέτρια
- `RAM`: Μέτρια / Χαμηλή
- Αποθηκευτικός Χώρος: Χαμηλός
- Επιπλέον δυνατότητες αξιοποίησης `CUDA GPUs`

6.2 Γενικές Απαιτήσεις ΣΥΠΟΚΑ

Στην ενότητα παρουσιάζονται οι γενικές απαιτήσεις του ολοκληρωμένου Συστήματος Υποστήριξης Κλινικών Αποφάσεων (ΣΥΠΟΚΑ). Το έργο **SAFE-AORTA**, ενσωματώνοντας μια σειρά καινοτόμων εργαλείων συνθέτει ένα σύστημα υποστήριξης κλινικών αποφάσεων με ισχυρές δυνατότητες ανάλυσης και εκτίμησης ιατρικών δεδομένων και πρόβλεψης της εξέλιξης

των παθολογιών των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής, και προσφέρει το σύστημα αυτό στην ιατρική κοινότητα ως μια πλατφόρμα υπηρεσιών.

6.2.1 Απαιτήσεις Απόδοσης και Αξιοπιστίας

Επίκεντρο του ΣΥΠΟΚΑ, είναι η τεχνολογία κατασκευής Ψηφιακού Διδύμου αορτής από δεδομένα αξονικής τομογραφίας, και ισχυρά προβλεπτικά μοντέλα που επιτελούν τις λειτουργίες της τρισδιάστατης ανακατασκευής του αορτικού δέντρου και επισημείωσης του ανευρύσματος, ανάλυσης ρίσκου και βιοδεικτών και εκτίμησης της εξέλιξης της νόσου. Για τους σκοπούς της προσφοράς τους ως υπηρεσία, το **SAFE-AORTA** θα διαθέσει τους υπολογιστικούς πόρους αυτούς που μπορούν να επιτύχουν τη άμεση ανταπόκριση του συστήματος στα αιτήματα του ιατρικού προσωπικού, ενώ επιδιώκει την υψηλή ακρίβεια πρόβλεψης για τα μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης που χρησιμοποιεί. Συγκεκριμένα, θα αποδώσει χρόνο απόκρισης μικρότερο των 5 λεπτών για τις λειτουργίες των προβλεπτικών μοντέλων με το υποσύστημα ΨΗΦΙΔΑ.

Στο παρασκήνιο της διεπαφής χρήστη, το έργο θα υλοποιεί τη διασύνδεση μιας ομοσπονδιακής βάσης δεδομένων, η αρχιτεκτονική της οποίας θα παρέχει ενισχυμένη ασφάλεια καθώς τα δεδομένα θα αποθηκεύονται σε μια σειρά διαφορετικούς χώρους. Ο χρήστης θα εισέρχεται στον ιδιωτικό εικονικό χώρο της πλατφόρμας, ενώ η ομοσπονδιακή υποδομή θα πρέπει να αποδίδει χρόνους απόκρισης συγκρίσιμους με μια συμβατική βάση δεδομένων, χωρίς αντιληπτή επιβάρυνση στην εναλλαγή του μέσου αποθήκευσης για τις λειτουργίες μεταφόρτωσης, ανάκτησης, ανάλυσης δεδομένων και των συναφών εργαλείων επεξεργασίας. Ο ιδιωτικός εικονικός χώρος του χρηστών θα δίνει πρόσβαση στο σύνολο της υπηρεσίας ανάλογη με τον καθορισμένο ρόλο του χρήστη, ανεξάρτητα από το μέσο αποθήκευσης, και η πλατφόρμα θα ενσωματώνει ενιαία πολιτική για τη διαχείριση των εικονικών κόμβων για τη διαχείριση πόρων που ρυθμίζουν την πρόσβαση στα δεδομένα και τα εργαλεία.

Το έργο, στα πλαίσια της προσφοράς της υπηρεσίας ΣΥΠΟΚΑ, πρόκειται να προσφέρει ένα σύστημα με διαρκή και αδιάκοπη λειτουργία των ενεργών συνδέσεων. Η πλατφόρμα θα εξασφαλίζει διαρκή πρόσβαση στις υπηρεσίες και τα δεδομένα των χρηστών, μέσω διαρκούς διαθεσιμότητας ομοσπονδιακής υποδομής διαθέσιμη στο νέφος, ενώ θα εφαρμόζονται πολιτικές ασφάλειας και ελέγχου των ενεργών και ανενεργών συνδέσεων.

6.2.2 Απαιτήσεις Διαλειτουργικότητας

Για την διασφάλιση της εύρυθμης συντονισμένης λειτουργίας των καταναμημένων αποθετηρίων της ομοσπονδιακής υποδομής, στο έργο υιοθετούνται ενιαία πρωτόκολλα προτυποποίησης δεδομένων για τα οπτικά δεδομένα και τα συνοδευτικά δεδομένα. Η Εργασία 2.3 εντοπίζει ένα σύνολο κορυφαίων Κοινών Μοντέλων Δεδομένων (Common Data Models – CDMs), ενώ συμπεριλαμβάνει τα DICOM-MIABIS, OMOP-CDM, FHIR, SNOMED και ICGC-ARGO και τις υποκατηγορίες τους για την αποθήκευση και ανάκτηση οπτικών και κλινικών δεδομένων, τα οποία θα εξυπηρετήσουν τη διαλειτουργικότητα των εργαλείων επεξεργασίας, την επικοινωνία τους και τη σημασιολογική τους εναρμόνιση. Η ενότητα αυτή εξετάζει την επιλογή των πρόσφορων προτύπων για τις εργασίες ενδιαφέροντος, ενώ συγκρίνει και αξιολογεί τα πρόσφορα κοινά μοντέλα δεδομένων και πρότυπα, όπως DICOM, OMOP-CDM, ARGO, MIABIS, ICHOM, SNOMED-CT, HL7-FHIR, CDISC, UMLS ή πλαίσια για τη δημιουργία προφίλ, τον κύκλο ζωής και τη χρήση συνόλων δεδομένων τεχνητής νοημοσύνης, όπως το IHE-RAD, και το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Διαλειτουργικότητας (EIF). Στην εργασία αυτή καθορίζει την επιλογή του συνδυασμού προτύπων και μοντέλων που θα εξυπηρετεί βέλτιστα τις ανάγκες

διαλειτουργικότητας και την αποδοτική επικοινωνία των υπομονάδων λογισμικού και εντοπίζει τις πιθανές επεκτάσεις που είναι αναγκαίες.

Για το σχεδιασμό της πλατφόρμας και των βοηθητικών εργαλείων του ΣΥΠΟΚΑ και του ΨηφιδΑ λαμβάνεται μέριμνα για την περαιτέρω επεκτασιμότητα του συστήματος αναφορικά με την διαχείριση των πόρων σε υλικό και λογισμικό, ενώ ακολουθούνται αναλυτικές διαδικασίες ελέγχου των λειτουργιών με χρήση νέων δεδομένων που δεν έχουν ιδωθεί και ενδέχεται να δεχθεί το σύστημα. Ο εικονικός χώρος της πλατφόρμας, που θα φιλοξενηθεί σε ασφαλείς υποδομές στο πλαίσιο ενός ενοποιημένου υπολογιστικού νέφους θα δίνει τη δυνατότητα άμεσης βελτιστοποίησης και προσαρμογής της απόδοσης των υπομονάδων του συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων (βοηθητικών εργαλείων, ηλεκτρονικός φάκελος περιστατικών και εργαλεία οπτικοποιήσεων), ενώ η υπηρεσία στο παρασκήνιο θα εφαρμόζει μεθόδους στη φιλοσοφία του κανόνα “μεταφορά της ανάλυσης στα δεδομένα”.

6.2.3 Αξιολόγηση Απαιτήσεων

Η αξιολόγηση της εφαρμογής (σχετική ενότητα εργασίας 5.5) **SAFE-AORTA** θα πραγματοποιηθεί σε δύο φάσεις. i) Λειτουργική αξιολόγηση από τους τελικούς χρήστες/κλινικούς ιατρούς. ii) Τεχνική αξιολόγηση από τα τεχνικά μέλη της κοινοπραξίας. Ειδικότερα, ζητούνται σχόλια από τους κλινικούς συνεργάτες του έργου, στην αρχή και τη διάρκεια του έργου, ενώ για την ολοκλήρωση του προγράμματος όλες οι κλινικές θα πραγματοποιήσουν μια εξέταση σε δύο ασθενείς από το σύνολο δεδομένων ελέγχου για i) την εκτίμηση κινδύνου ρήξης του ανευρύσματος και ii) πρόβλεψη της γεωμετρικής εξέλιξης της νόσου. Οι πρακτικές δοκιμές από ειδικευμένο ιατρικό προσωπικό θα αξιολογήσουν πειραματικά την ευκολία, αποτελεσματικότητα και χρηστικότητα της υπηρεσίας μέσω της πλατφόρμας του **SAFE-AORTA**. Η αξιολόγηση της πλατφόρμας θα καταγραφεί στην Έκθεση Αξιολόγησης **SAFE-AORTA** – Παραδοτέο 5.2.

Κατά την ανάπτυξη επίσης των υπομονάδων του συστήματος και των προβλεπτικών μοντέλων του ΣΥΠΟΚΑ και του ΨηφιδΑ γίνονται συστηματικοί έλεγχοι για την ακρίβεια της απόδοσής τους σε όρους ακρίβειας πρόβλεψης, ενώ τα μετρούμενα αποτελέσματα πρόκειται να καταγράφονται στα αντίστοιχα παραδοτέα των Ενοτήτων Εργασίας και αξιολογούνται σε αντιπαράβολη με τα αντίστοιχα πρόσφατα ποσοστά που παρατηρούνται στη βιβλιογραφία και τα υπάρχοντα συστήματα της αγοράς.

6.2.4 Συμμόρφωση και Κανονισμοί

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του έργου, αλλά και πριν τη διάθεση της υπηρεσίας του **SAFE-AORTA**, οι μονάδες λογισμικού της πλατφόρμας υπόκειται σε συνεχείς ελέγχους ασφάλειας για την προστασία της ιδιωτικότητας των υποκειμένων σε επεξεργασία και των χρηστών, σε συμμόρφωση με τους κοινοτικούς κανονισμούς και την κείμενη νομοθεσία. Οι μεταφορτώσεις δεδομένων θα ελέγχονται από τους διαχειριστές του συστήματος, πιστοποιώντας την συμμόρφωση με τους κανόνες. Στις παραγράφους 7.5.1, 7.5.2 και 7.5.3 παρατίθενται τα συγκεκριμένα πρότυπα και διατάξεις που η υπηρεσία θα εναρμονίζεται.

Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR)

Για τη λειτουργία της υπηρεσίας του έργου η σχεδίαση της πλατφόρμας συμμορφώνεται με τις διατάξεις της κοινοτικής νομοθεσίας που απορρέουν από το Γενικό κανονισμό Προστασίας Δεδομένων (679/2016/ΕΕ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου), υπό την επίβλεψη εξειδικευμένου υπεύθυνου επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα. Το μοντέλο ασφάλειας

δεδομένων, βασίζεται στην πρόσβαση στα δεδομένα βάσει των ρόλων των χρηστών, περιορίζοντας την πρόσβαση των χρηστών αυστηρά στα αναγκαία δεδομένα. Τα καταχωρημένα δεδομένα θα να προστατεύονται από πρόσφατους μηχανισμούς ελέγχου ταυτότητας, ενώ η μετάδοσή τους γίνεται με εξελιγμένα πρωτόκολλα ασφάλειας επικοινωνιών (Transport Layer Security).

Η αποθήκευση επίσης των δεδομένων γίνεται σε κρυπτογραφημένη μορφή σε ομοσπονδιακή υποδομή στο νέφος, ενώ οι διαδικασίες ψευδωνυμοποίησης περιορίζουν τον κίνδυνο ανάκτησης των ευαίσθητων πληροφοριών από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες. Επιπρόσθετα, κάθε λειτουργία μεταφόρτωσης και επεξεργασίας δεδομένων θα διέρχεται από την αυτοματοποιημένη εφαρμογή εργαλείων αποταυτοποίησης, για αφαίρεση προστατευόμενων πληροφοριών μέσω αλγορίθμων ψευδωνυμοποίησης. Τα αποτελέσματα αποταυτοποίησης θα αξιολογούνται συνεχώς και στην περίπτωση που δεν πληρούνται τα κριτήρια απορρήτου, η βάση δεδομένων δεν θα φιλοξενήσει νέα δεδομένα. Τέλος, αναλυτική δήλωση για την πολιτική προστασίας και επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα θα βρίσκεται διαθέσιμη στους χρήστες της πλατφόρμας.

Ιατρικά Πρωτόκολλα και Πρότυπα

Κατά τη διάρκεια του έργου, βρίσκονται σε εξέλιξη i) η αναδρομική μελέτη και ii) προοπτική μελέτη, για τις οποίες καταρτίζονται τα πρωτόκολλα συλλογής δεδομένων. Ακόμα, οι πιλοτικές μελέτες περιστατικών κατά τη διάρκεια του έργου πρόκειται να περιέχουν επίσης διαδικασίες συλλογής δεδομένων από νέα περιστατικά με καθορισμένο τρόπο. Τα διακριτά πρωτόκολλα συλλογής απαριθμούνται ως εξής:

- ✓ Π3.1 - Έκθεση αναδρομικής κλινικής μελέτης. Στην έκθεση αναδρομικής μελέτης περιγράφεται το πρωτόκολλο ανάκτησης ιατρικών δεδομένων που οι κλινικές χρησιμοποιούν για τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα στις κλινικές τους. Ακόμη, τα περιστατικά ανευρύσματος θα ταυτοποιηθούν από τα ιατρικά αρχεία και θα συλλεχθούν αξονικές τομογραφίες CT/CTA και έγχρωμες υπερηχογραφικές σαρώσεις, αλλά και τα αναγκαία δημογραφικά, ιστορικά και κλινικά δεδομένα.
- ✓ Π3.2 - Έκθεση προοπτικής κλινικής μελέτης. Θα περιλαμβάνει περιστατικά ανευρύσματος που λαμβάνουν συντηρητική θεραπεία και παρακολουθούνται. Οι επισκέψεις των περιστατικών θα ακολουθούν το πρωτόκολλο των ευρωπαϊκών κατευθυντήριων γραμμών και κλινικών οδηγιών. Σε κάθε επίσκεψη θα συλλέγεται πλήρες ιατρικό ιστορικό και δημογραφικά στοιχεία, οικογενειακό ιστορικό, οι κοινωνικές συνήθειες, το ιστορικό λήψης φαρμάκων, η συνύπαρξη άλλων παθήσεων και συμπτωμάτων, αλλά και έγχρωμη υπερηχογραφική σάρωση, και αξονική τομογραφία/αγγειογραφία. Θα καταγράφονται όλα τα αναγκαία δεδομένα που ορίζονται από το πρωτόκολλο της μελέτης.
- ✓ Για την προοπτική κλινική μελέτη, θα γίνει εξειδικευμένη πιλοτική μελέτη με χρήση κατάλληλων φορητών συσκευών (wearables) σε ένα υποσύνολο των ασθενών για την καταγραφή της πίεσης του αίματος (π.χ. με τη μέθοδο ταλαντωσιμετρίας (oscillometry)), όπως και για την παρακολούθηση δεικτών υγείας όπως αριθμός βημάτων, απόσταση βάδισης/δραστηριότητας, θερμίδες, ώρες ύπνου και αφύπνισης, heart rate, heart rate variability. Προβλέπεται να συμπεριληφθούν 20-60 περιστατικά, χρησιμοποιώντας κατάλληλο εξειδικευμένο εξοπλισμό (π.χ. BMP Core και Scanwatch 2, Withings). Η επιλογή της φορητής συσκευής θα γίνει με βάση τις προδιαγραφές της Εργασίας 2.1 (Τεχνικές απαιτήσεις και προδιαγραφές συστήματος). Η επιλογή των περιστατικών θα γίνεται με κριτήρια που καθορίζονται από την Εργασία 2.1 (Κλινικές απαιτήσεις έργου).

- ✓ Θα πραγματοποιηθούν και εξετάσεις PET/CT με F-18-NaF (δείκτης εξελισσόμενης επασβέστωσης) σε συνδυασμό με αλληλούχιση νέας γενεάς του μεταγραφώματος, που θα λαμβάνεται από το αίμα δοτών, στα πλαίσια μικρής πιλοτικής μελέτης συνολικά 14 ατόμων, για υπο-ομάδες περιστατικών υψηλού και χαμηλού κινδύνου σε για την εξέλιξη των ΑΚΑ. Η μελέτη αυτή θα συνεισφέρει στην τεκμηρίωση του μηχανισμού επασβέστωσης των αορτικών τοιχωμάτων, με υποκείμενους μοριακούς μηχανισμούς μεταβολικής απορρύθμισης και γενετικής ευαλωτότητας, για να καθοριστούν υποσύνολα βιοδεικτών με αυξημένη προβλεπτική και μηχανιστική περιγραφική ικανότητα για τη συμβολή του τροπισμού της επασβέστωσης, στην εκδήλωση και τη βαρύτητα των ΑΚΑ.
- ✓ Θα πραγματοποιηθεί ακόμη ανάλυση στο σύνολο δεδομένων αξονικής τομογραφίας για την εξαγωγή ραδιομικών χαρακτηριστικών από την αορτική πλάκα-θρόμβο, αλλά και το περιαορτικό λίπος. Θα αξιολογηθούν βιοδείκτες με προβλεπτική ικανότητα για την εξέλιξη των κοιλιακών αορτικών ανευρυσμάτων, για το σύνολο των διαθέσιμων περιστατικών. Ένα υποσύνολο των δεδομένων θα χρησιμεύσει ως κοόρτη ανάπτυξης (derivation cohort, 80% επί του συνόλου περιστατικών), ενώ το υπόλοιπο 20% θα χρησιμοποιηθεί ως κοόρτη επαλήθευσης (validation cohort). Τα ραδιομικά χαρακτηριστικά θα εισαχθούν σε προβλεπτικά μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης και ακολουθείται εσωτερική επαλήθευση (internal cross-validation) και εξωτερικός έλεγχος για να εντοπιστούν τα καλύτερα χαρακτηριστικά για την εξέλιξη των αορτικών ανευρυσμάτων.

Απαιτήσεις Πιστοποίησης

Η ομάδα του έργου κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη της πλατφόρμας παρακολουθεί και ερμηνεύει κατάλληλα τις οδηγίες των οργανισμών προτυποποίησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Ηλεκτρονική Υγεία και τα συστήματα υποστήριξης απόφασης με δυνατότητες IOT, και συγκεκριμένα:

- ✚ Ομάδα Συντονισμού Τυποποίησης Ηλεκτρονικής Υγείας (eHealth Standardization Coordination Group - eHSCG), η οποία υποστηρίζεται από την Ομάδα Μελέτης 16 της ITU-T (ITU-T Study Group 16). Τα κύρια σημεία συγκεντρώνονται στην έκθεση προτύπων της ITU-T, ενώ συνυπολογίζεται ο κατάλογος προτύπων με τεχνικούς και σε μη τεχνικούς τομείς της ηλεκτρονικής υγείας στον ιστοχώρο του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας.
- ✚ Η τεχνική επιτροπή ISO/TC 215, που μελετά την πληροφορική της υγείας. Η ISO/TC 215, που είναι σχετική με ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας, ενώ ομάδες εργασίας στο πλαίσιο της TC 215 μελετούν τη δομή των δεδομένων, την ανταλλαγή μηνυμάτων και την επικοινωνία, την ασφάλεια κ.α. Συγκεκριμένα, το ISO/TS 25237:2008 παραθέτει τις αρχές ψευδωνυμοποίησης και τις απαιτήσεις για την προστασία της ιδιωτικής ζωής στους ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας.
- ✚ Τα Πρότυπα του ETSI: i) TR 102 764 (eHEALTH- Αρχιτεκτονική- Ανάλυση των μοντέλων υπηρεσιών προς τους χρήστες, των τεχνολογιών και των εφαρμογών που υποστηρίζουν την ηλεκτρονική υγεία) και ii) SR 002 564 (Εφαρμογή των υφιστάμενων παραδοτέων ETSI και ETSI/3GPP στην ηλεκτρονική υγεία) για την ηλεκτρονική υγεία.

6.3 Διεπαφή Χρήστη

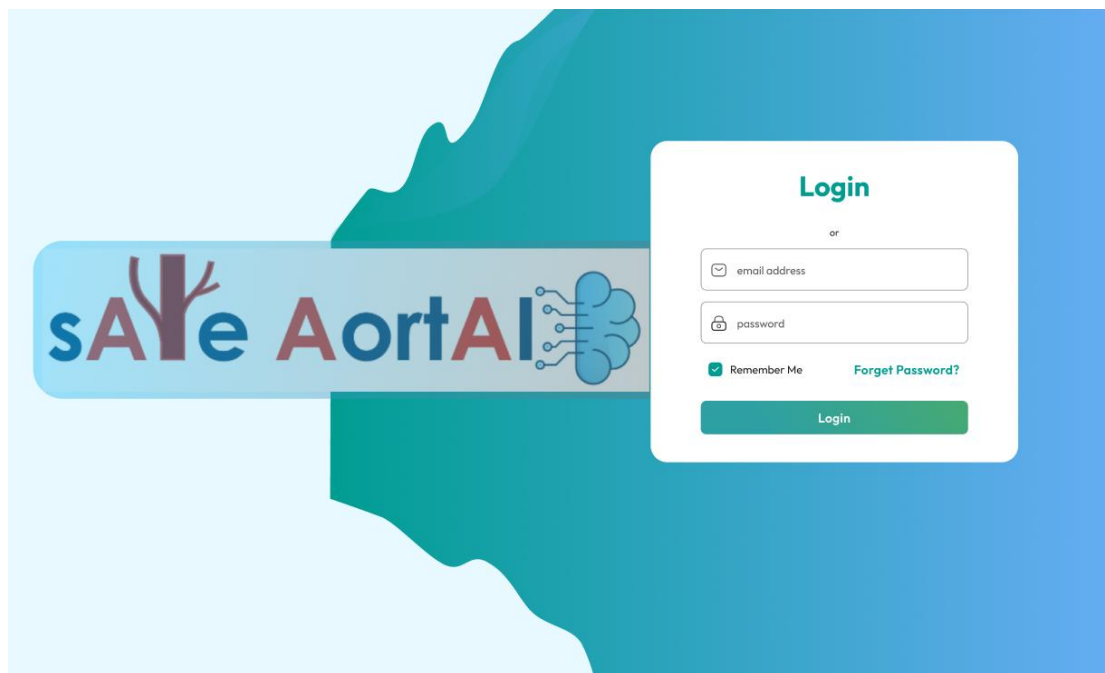
Η διεπαφή χρήστη (User Interface - UI) αποτελεί βασικό στοιχείο της πλατφόρμας **SAFE-AORTA**, καθώς καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες θα αλληλεπιδρούν με το σύστημα. Σχεδιάστηκε με στόχο την ευκολία χρήσης, την προσβασιμότητα και την ευελιξία, ώστε

να εξυπηρετεί τόσο το ιατρικό προσωπικό όσο και τους ερευνητές, παρέχοντας μια απλή και αποδοτική εμπειρία.

Η διεπαφή χρήστη έχει ως κύριο στόχο να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα της πλατφόρμας, εξασφαλίζοντας γρήγορη και εύκολη πρόσβαση στις πληροφορίες και στις λειτουργίες του συστήματος. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε να παρέχει διαισθητική πλοήγηση, μειώνοντας το χρόνο εκμάθησης και διευκολύνοντας την ενσωμάτωση της πλατφόρμας στην καθημερινή κλινική πρακτική. Παράλληλα, υποστηρίζει την πολυγλωσσική λειτουργία και συμμορφώνεται με τα πρότυπα προσβασιμότητας, διασφαλίζοντας τη χρήση από άτομα με αναπηρίες (WCAG compliance).

Η διεπαφή είναι σχεδιασμένη ως διαδικτυακή εφαρμογή (web-based), προσβάσιμη μέσω υπολογιστών, tablet και κινητών συσκευών. Υποστηρίζει responsive design, επιτρέποντας την προσαρμογή της σε διαφορετικά μεγέθη οθονών. Ειδική έμφαση δίνεται στην απλότητα και στην ευχρηστία, ώστε οι χρήστες να μπορούν να πλοηγούνται εύκολα, ακόμα και αν δεν διαθέτουν τεχνικές γνώσεις. Επιπλέον, προσφέρει δυνατότητα προσωποποίησης της προβολής, επιτρέποντας στους χρήστες να διαμορφώνουν τη διεπαφή ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Για να απεικονιστούν οι δυνατότητες της διεπαφής, παρατίθενται στιγμιότυπα mockups που αποτελούν αρχικές προτάσεις (draft designs) και περιγράφουν τις βασικές λειτουργίες. Παρακάτω παρουσιάζεται η Αρχική σελίδα της διεπαφής που αφορά την είσοδο στην εφαρμογή (Σχήμα 19). Η σελίδα σύνδεσης της εφαρμογής **SAFE-AORTA** παρουσιάζει έναν σύγχρονο και φιλικό προς τον χρήστη σχεδιασμό, που έχει ως στόχο την εύκολη και ασφαλή πρόσβαση στην πλατφόρμα. Η σελίδα είναι χωρισμένη σε δύο κύρια τμήματα: το αριστερό, όπου εμφανίζεται το λογότυπο της εφαρμογής, και το δεξί, όπου βρίσκεται η φόρμα σύνδεσης. Με βάση αυτήν τη δομή, η εφαρμογή δημιουργεί μια ισορροπημένη διάταξη που κατευθύνει την προσοχή του χρήστη στη φόρμα εισαγωγής των στοιχείων του, ενώ παράλληλα προβάλλει την ταυτότητα της εφαρμογής μέσω του λογότυπου.



Σχήμα 19 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Εισαγωγή χρήστη»

Η χρωματική παλέτα αποτελείται από απαλές αποχρώσεις του μπλε και του πράσινου, χρώματα που συχνά χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές υγείας, καθώς αποπνέουν ηρεμία και εμπιστοσύνη. Το λογότυπο της εφαρμογής **SAFE-AORTA** είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε τα εικονίδια του να παραπέμπουν στην καρδιολογία και την τεχνητή νοημοσύνη, με γραμμές που θυμίζουν αορτή και οπτικά στοιχεία συνδεδεμένα με την υπολογιστική τεχνολογία, αναδεικνύοντας τον τομέα και το αντικείμενο της πλατφόρμας.

Η φόρμα σύνδεσης περιλαμβάνει δύο πεδία εισαγωγής, ένα για τη διεύθυνση email και ένα για τον κωδικό πρόσβασης. Κάθε πεδίο συνοδεύεται από ένα σχετικό εικονίδιο, διευκολύνοντας τον χρήστη να κατανοήσει άμεσα τι πρέπει να εισάγει σε κάθε πεδίο. Το πεδίο του κωδικού πρόσβασης είναι κρυπτογραφημένο ώστε να μην εμφανίζεται το περιεχόμενο κατά την πληκτρολόγηση, ενισχύοντας την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια του χρήστη. Στην ίδια φόρμα υπάρχει επίσης η επιλογή "Remember Me", η οποία αποθηκεύει τα session cookies για ευκολότερη επανασύνδεση, ενώ ο σύνδεσμος "Forget Password?" παρέχει πρόσβαση στη διαδικασία επαναφοράς κωδικού σε περίπτωση που ο χρήστης έχει ξεχάσει τα στοιχεία του.

Το κουμπί σύνδεσης ("Login") είναι ευδιάκριτο και έχει έντονο πράσινο χρώμα, κάνοντάς το να ξεχωρίζει και να προσελκύει την προσοχή του χρήστη, διευκολύνοντας την κατανόηση της λειτουργίας του.

Για τη λειτουργικότητα και την ασφάλεια, η σελίδα έχει σχεδιαστεί με βάση το **Laravel 8**, προσφέροντας έτσι ένα ισχυρό και ασφαλές περιβάλλον. Το Laravel 8 παρέχει έτοιμα εργαλεία αυθεντικοποίησης, όπως το Laravel Breeze ή το Jetstream, τα οποία εξασφαλίζουν ασφάλη και φιλική προς τον προγραμματιστή διαχείριση χρηστών, ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά όπως την επαλήθευση δύο παραγόντων (2FA) για επιπλέον προστασία. Επιπλέον, το Laravel υποστηρίζει την ασφαλή υποβολή δεδομένων μέσω **CSRF tokens** και την αποθήκευση κωδικών πρόσβασης με **bcrypt hashing**, εξασφαλίζοντας ότι οι πληροφορίες του χρήστη παραμένουν προστατευμένες.

Η υποβολή της φόρμας θα πραγματοποιείται μέσω αιτήματος **POST** προς ασφαλές endpoint για την επαλήθευση των στοιχείων του χρήστη, αποτρέποντας την εκμετάλλευση των δεδομένων κατά τη μεταφορά. Η τεχνολογία **JSON Web Tokens (JWT)** θα χρησιμοποιείται για την ασφαλή διατήρηση της κατάστασης του χρήστη, επιτρέποντας τη διαχείριση συνεδριών με ασφάλεια, ενώ σε περίπτωση λανθασμένων στοιχείων, το API επιστρέφει κατάλληλο μήνυμα σφάλματος, βοηθώντας τον χρήστη να διορθώσει τις πληροφορίες του.

Η πλατφόρμα έχει επίσης σχεδιαστεί για να αποτρέπει επιθέσεις τύπου brute force, περιορίζοντας τον αριθμό αποτυχημένων προσπαθειών σύνδεσης, και υποστηρίζει απαιτήσεις πολυπλοκότητας κωδικού πρόσβασης. Αυτό ενισχύει την προστασία των χρηστών και αποτρέπει την πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων.

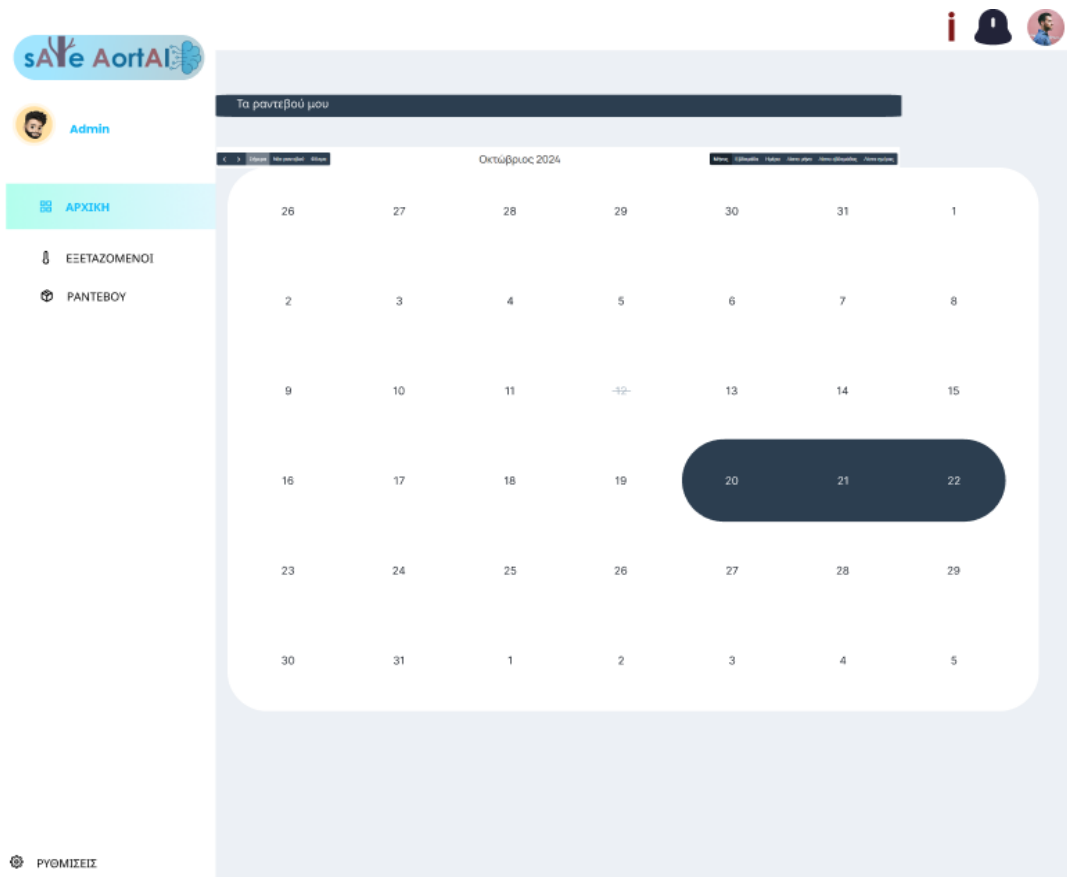
Το Laravel 8 παρέχει επιπλέον δυνατότητες για δυναμική εμπειρία χρήστη, όπως την άμεση εμφάνιση μηνυμάτων σφάλματος χωρίς ανανέωση της σελίδας και την ενσωμάτωση **μηχανισμών caching** που βελτιώνουν την απόδοση της πλατφόρμας. Κατά την υποβολή της φόρμας, το κουμπί σύνδεσης μπορεί να εμφανίζει ένα εφέ φόρτωσης, ενημερώνοντας τον χρήστη ότι η σύνδεση επεξεργάζεται. Με αυτό τον τρόπο, η Αρχική σελίδα σύνδεσης του **SAFE-AORTA** συνδυάζει την ευκολία στη χρήση με αυξημένα μέτρα ασφαλείας και επαγγελματική αισθητική, προσφέροντας μια φιλική και αξιόπιστη εμπειρία για τους χρήστες, που μπορούν να

εμπιστευτούν τη διαδικασία σύνδεσης και να απολαύσουν μια ασφαλή πλοήγηση στην πλατφόρμα.

Η επόμενη σελίδα της εφαρμογής **SAFE-AORTA** που είναι η σελίδα "Τα ραντεβού μου" (Σχήμα 20) αποτελεί μια κεντρική οθόνη για τον προγραμματισμό και τη διαχείριση των ραντεβού από τον γιατρό, με καθαρό και οργανωμένο σχεδιασμό που παρέχει μια εύχρηστη εμπειρία στους χρήστες-γιατρούς, επιτρέποντάς τους να ελέγχουν το χρονοδιάγραμμα των ραντεβού τους με ευκολία. Η σελίδα είναι χωρισμένη σε δύο κύρια μέρη. Στην αριστερή πλευρά, βρίσκεται η πλευρική μπάρα πλοήγησης, η οποία περιλαμβάνει το λογότυπο της εφαρμογής **SAFE-AORTA** και βασικές επιλογές μενού που εξασφαλίζουν εύκολη πρόσβαση σε διάφορες ενότητες της πλατφόρμας. Οι κύριες επιλογές περιλαμβάνουν την "Αρχική", για γρήγορη επιστροφή στην κεντρική σελίδα του χρήστη, τους "Εξεταζόμενους", όπου μπορεί ο χρήστης να δει τα στοιχεία των ασθενών, την επιλογή "Ραντεβού" για τον προγραμματισμό των συναντήσεων, και τις "Ρυθμίσεις" που επιτρέπουν τη διαμόρφωση των προτιμήσεων της πλατφόρμας.

Στο κεντρικό μέρος της σελίδας, παρουσιάζεται η προβολή του ημερολογίου, που αποτελεί και βασικό εργαλείο του γιατρού για την παρακολούθηση των ραντεβού του με τους ασθενείς. Το ημερολόγιο είναι διαδραστικό και παρέχει διάφορες επιλογές προβολής, όπως μήνας, εβδομάδα, ημέρα ή λίστα (agenda), που διευκολύνουν την οργάνωση των ραντεβού, σύμφωνα με τις ανάγκες του γιατρού. Οι ημέρες που περιλαμβάνουν προγραμματισμένα ραντεβού σημειώνονται με σκούρο χρώμα, βοηθώντας τον γιατρό να αναγνωρίζει άμεσα τις γεμάτες ημερομηνίες και να εντοπίζει τις ημέρες με προγραμματισμένες συναντήσεις.

Στην επάνω δεξιά γωνία της σελίδας, εμφανίζονται το εικονίδιο του χρήστη (Admin), ένα κουδούνι ειδοποιήσεων, και μια ένδειξη πληροφοριών. Αυτά τα στοιχεία παρέχουν άμεση πρόσβαση σε ειδοποιήσεις και βασικές πληροφορίες, διευκολύνοντας την ενημέρωση του χρήστη για τυχόν σημαντικά γεγονότα ή αλλαγές που μπορεί να αφορούν τα ραντεβού του.

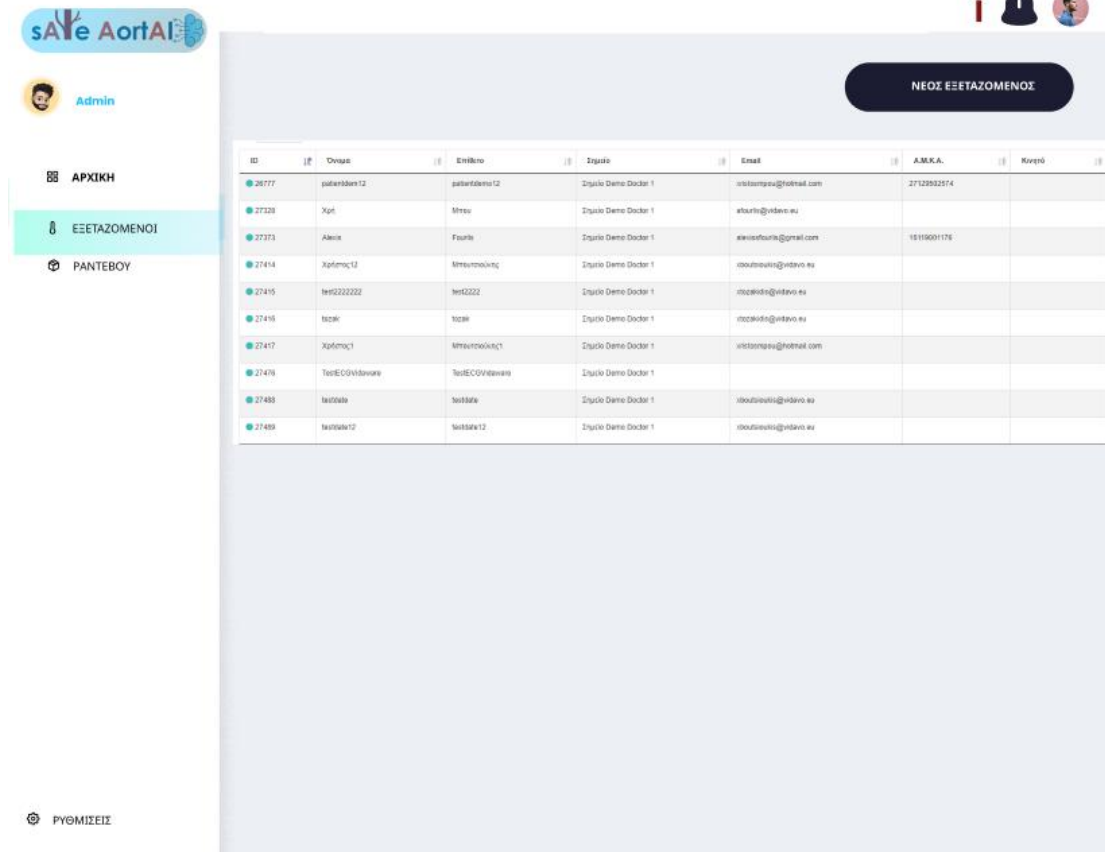


Σχήμα 20 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Ραντεβού γιατρού»

Η αισθητική της σελίδας ακολουθεί την ίδια χρωματική παλέτα με την υπόλοιπη πλατφόρμα, χρησιμοποιώντας απαλούς τόνους του μπλε και του πράσινου, που δημιουργούν μια αίσθηση ηρεμίας και εμπιστοσύνης, ενισχύοντας την επαγγελματική εικόνα της πλατφόρμας, κάνοντάς την ευχάριστη στην πλοήγηση και φιλική προς τον χρήστη.

Η σελίδα "Λίστα Εξεταζόμενων - Ασθενών" (Σχήμα 21) της εφαρμογής **SAFE-AORTA** είναι σχεδιασμένη για να παρέχει μια ολοκληρωμένη και αποτελεσματική λύση στον προγραμματισμό και τη διαχείριση των ασθενών που υποβάλλονται σε εξέταση, μέσω μιας καθαρά οργανωμένης και εύχρηστης διεπαφής. Η διεπαφή αυτή διασφαλίζει ότι οι γιατροί και το ιατρικό προσωπικό μπορούν να προσεγγίζουν και να ενημερώνουν τα στοιχεία των ασθενών τους με μεγάλη ευκολία και ακρίβεια.

Στην αριστερή πλευρά της σελίδας, μια πλευρική μπάρα πλοήγησης περιλαμβάνει το λογότυπο της εφαρμογής και διάφορες επιλογές μενού που εξασφαλίζουν την εύκολη πρόσβαση στις κυριότερες λειτουργίες της πλατφόρμας. Αυτές οι επιλογές περιλαμβάνουν την "Αρχική" για τη γρήγορη επιστροφή στην κεντρική οθόνη του χρήστη, τους "Εξεταζόμενους" για την προβολή και ενημέρωση των στοιχείων των ασθενών, την επιλογή "Ραντεβού" για τη διαχείριση των προγραμματισμένων συναντήσεων, και τις "Ρυθμίσεις" για τη διαμόρφωση των προτιμήσεων και παραμέτρων της πλατφόρμας.

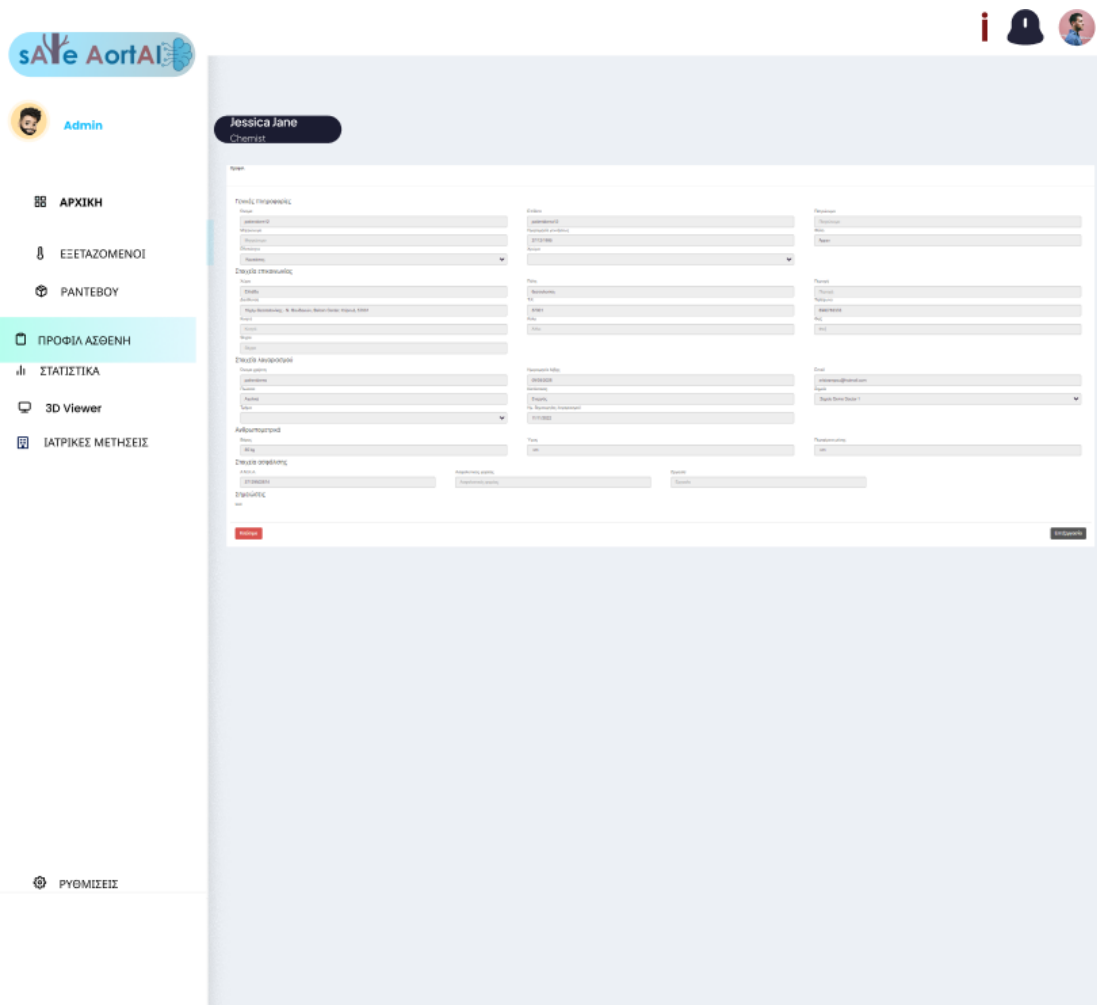


Σχήμα 21 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Λίστα Εξεταζόμενων – Ασθενών»

Στο κεντρικό μέρος της σελίδας, εμφανίζεται μια λίστα με τα στοιχεία των ασθενών, οργανωμένη σε στήλες για ID, όνομα, επώνυμο, ειδικότητα του ιατρού, ιατρό που τον παρακολουθεί, email επικοινωνίας, ΑΜΚΑ και κωδικό παρακολούθησης. Κάθε στοιχείο είναι εύκολα προσβάσιμο και επεξεργάσιμο, με τη δυνατότητα προσθήκης νέων ασθενών ή ενημέρωσης των υπαρχόντων στοιχείων με απλά κλικ. Το σύστημα προσφέρει επίσης οπτικά χαρακτηριστικά για την επισήμανση των ημερών με προγραμματισμένα ραντεβού, επιτρέποντας την αναγνώριση των γεμάτων ημερομηνιών με μία ματιά.

Η αισθητική της σελίδας ακολουθεί τη γενικότερη σχεδιαστική γραμμή της εφαρμογής, χρησιμοποιώντας απαλούς τόνους και μινιμαλιστικά σχέδια που συμβάλλουν στη δημιουργία ενός επαγγελματικού και ευχάριστου περιβάλλοντος. Το οπτικό στυλ και η διάταξη των στοιχείων είναι ειδικά σχεδιασμένα για να προσφέρουν άμεση πρόσβαση και να ενθαρρύνουν την αποδοτική χρήση, κάνοντας τη διαχείριση των ασθενών μια ευχάριστη και αποτελεσματική διαδικασία για το ιατρικό προσωπικό.

Η σελίδα "Προφίλ Ασθενή" (Σχήμα 22) στην εφαρμογή **SAFE-AORTA** αποτελεί ένα κρίσιμο εργαλείο διαχείρισης και παρακολούθησης της ιατρικής κατάστασης κάθε ασθενούς. Εφόσον επιλεγεί ένας ασθενής από τη λίστα "Εξεταζόμενοι", ανοίγει αυτόματα το προφίλ του επιλεγμένου ασθενούς, παρέχοντας άμεση πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες και τις κλινικές λεπτομέρειες που απαιτούνται για τη φροντίδα του.



Σχήμα 22 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Προφίλ ασθενή»

Η διεπαφή της σελίδας διακρίνεται για την ευκολία χρήσης και τη λειτουργικότητα. Στην αριστερή πλευρά, η πλευρική μπάρα πλοήγησης διατηρείται σταθερή και εμπλουτίζεται με νέες επιλογές μενού που περιλαμβάνουν "Αρχική", "Εξεταζόμενοι", "Προφίλ Ασθενή", "Στατιστικά", "3D Viewer", και "Ιατρικές Μετρήσεις". Το νέο μενού παρέχει βελτιωμένη πρόσβαση και διευκολύνει την πλοήγηση, επιτρέποντας στο ιατρικό προσωπικό να μεταβαίνει από τη μία λειτουργία στην άλλη με μεγάλη ευκολία και αποτελεσματικότητα.

Στο κεντρικό μέρος της οθόνης, το προφίλ του ασθενούς παρουσιάζεται με λεπτομερή και οργανωμένο τρόπο. Εκτός από τα προσωπικά και κλινικά στοιχεία, παρέχονται επιπλέον πληροφορίες όπως οι ιατρικές ενδείξεις και οι θεραπείες που ακολουθούνται. Οι χρήστες μπορούν να προσθέτουν ή να ενημερώνουν δεδομένα στο προφίλ, διασφαλίζοντας έτσι ότι οι πληροφορίες είναι ενημερωμένες και ακριβείς. Η συνολική σχεδίαση και η λειτουργικότητα της σελίδας "Προφίλ Ασθενή" αντανακλά τον πυρήνα των στόχων της εφαρμογής **SAFE-AORTA**, που είναι η παροχή μιας υψηλού επιπέδου, ασφαλούς και ευχάριστης εμπειρίας στον καθημερινό ιατρικό χειρισμό.

Η καρτέλα "Στατιστικά" (Σχήμα 23) στην εφαρμογή **SAFE-AORTA** αποτελεί ένα ζωτικό εργαλείο για τον έλεγχο και την ανάλυση των στοιχείων που σχετίζονται με τους ασθενείς και την ιατρική διαχείριση. Στην αριστερή πλευρά, η πλευρική μπάρα πλοήγησης προσφέρει

Η σελίδα "Νέος Εξεταζόμενος" (Σχήμα 23) στην εφαρμογή **SAFE-AORTA** σχεδιάστηκε για να προσφέρει στους ιατρούς και το ιατρικό προσωπικό έναν αποτελεσματικό και οργανωμένο τρόπο για την εισαγωγή νέων ασθενών στο σύστημα. Η διεπαφή της σελίδας είναι καθαρή και εύκολη στη χρήση, διασφαλίζοντας ότι οι απαραίτητες πληροφορίες καταχωρούνται με ακρίβεια και ταχύτητα.

Στην αριστερή πλευρά, η πλευρική μπάρα πλοήγησης παρέχει σταθερή πρόσβαση στις κυριότερες λειτουργίες της εφαρμογής, όπως "Αρχική", "Εξεταζόμενοι", "Προφίλ Ασθενή", "Στατιστικά", "3D Viewer", και "Ιατρικές Μετρήσεις", καθιστώντας εύκολη τη μετάβαση μεταξύ διάφορων σελίδων και λειτουργιών.

Στο κεντρικό μέρος της οθόνης, εμφανίζεται η φόρμα εισαγωγής για τον νέο ασθενή. Η φόρμα περιλαμβάνει πεδία για την καταχώρηση των προσωπικών στοιχείων όπως το όνομα, το επώνυμο, το φύλο, την ημερομηνία γέννησης, τη διεύθυνση, τα τηλέφωνα επικοινωνίας, καθώς και κλινικές πληροφορίες όπως το ιατρικό ιστορικό και τα χαρακτηριστικά της περίθαλψης που απαιτείται. Προσφέρονται επίσης επιλογές για την προσθήκη σημειώσεων και άλλων σημαντικών πληροφοριών που μπορεί να χρειάζεται η ιατρική ομάδα.

Η αισθητική και η λειτουργικότητα της σελίδας "Νέος Εξεταζόμενος" ενισχύει την ικανότητα του ιατρικού προσωπικού να προσθέτει νέους ασθενείς με αποτελεσματικότητα, παρέχοντας όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την ορθή καταχώρηση και διαχείριση των ασθενών στην εφαρμογή. Η διάταξη και ο σχεδιασμός της σελίδας βοηθούν στη διασφάλιση ότι η εισαγωγή νέων ασθενών είναι μια ομαλή, οργανωμένη και ευχάριστη διαδικασία.

The screenshot displays the 'SAFE AORTA' application interface. At the top left is the 'SAFE AORTA' logo. In the top right corner, there are three icons: an information icon, a bell for notifications, and a user profile icon. Below the logo, the user 'Admin' is logged in. A prominent button labeled 'NEOS EΞETAZOMENOS' is visible in the top right of the main content area. The main form is titled 'Νέος εξεταζόμενος' and contains several sections for data entry: 'Γενικές πληροφορίες' (Name, Surname, Email, Phone), 'Στοιχεία Νοσηλείας' (Room, Bed, Ward, Room Number, Room Type, Room Category), 'Παρακολούθηση' (Patient ID), and 'Σημειώσεις' (Notes). The form uses a combination of text input fields, dropdown menus, and checkboxes. At the bottom left, there is a 'PYΘΜΙΣΕΙΣ' logo.

Σχήμα 24 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «Εισαγωγή Νέου Εξεταζόμενου»

Η σελίδα "3D Viewer" παρουσιάζει μια σειρά από προηγμένες τρισδιάστατες απεικονίσεις της αορτής, απεικονίζοντας διάφορες φάσεις της αναλυτικής διαδικασίας και τις δυνατότητες ανάλυσης του τοιχώματος της αορτής, επιτρέποντας στους γιατρούς να διαπιστώνουν με ακρίβεια διάφορες παθολογικές καταστάσεις και να προβλέπουν πιθανές ανάγκες ιατρικής παρέμβασης.

Στο Σχήμα 25, εμφανίζονται οι εικόνες με επισημάνσεις Α έως Η. Κάθε εικόνα δείχνει την αορτή από διαφορετικές οπτικές γωνίες και με διάφορες τεχνικές απεικόνισης που ενισχύουν την ευκολία αντίληψης και τη λεπτομερή εξέταση. Η συγκεκριμένη ενότητα αποτελεί ένα εξαιρετικά σημαντικό εργαλείο για τη διαγνωστική διαδικασία, προσφέροντας προηγμένες δυνατότητες οπτικοποίησης και ανάλυσης που βοηθούν τους ιατρούς να κατανοήσουν καλύτερα τις παθήσεις της αορτής και να σχεδιάσουν την κατάλληλη θεραπευτική προσέγγιση.



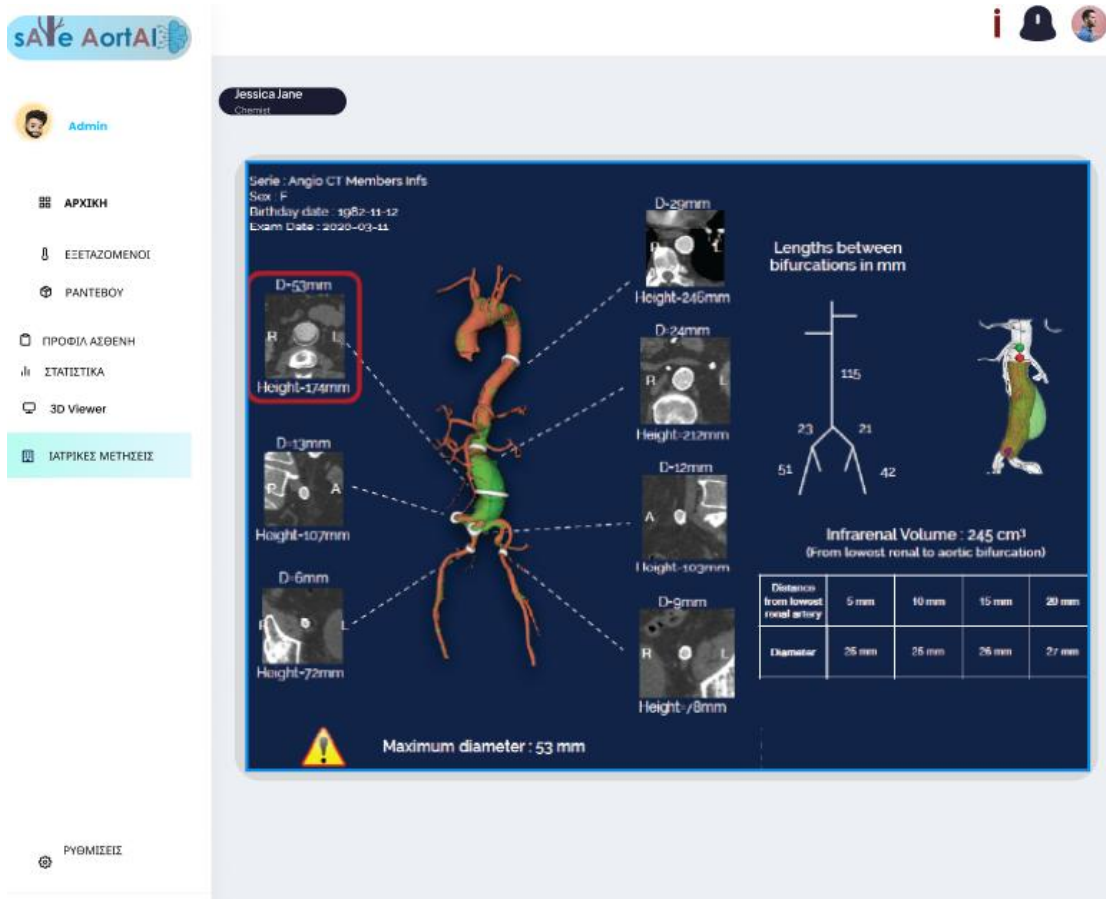
Σχήμα 25 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήστη για την επιλογή «3D Viewer – DICOM»

Η σελίδα "Ιατρικές Μετρήσεις" παρουσιάζει μια λεπτομερή τρισδιάστατη απεικόνιση της αορτής, ενσωματώνοντας πολλαπλά στοιχεία αναλυτικής αποτύπωσης για την ακριβή αξιολόγηση της ανατομίας και των πιθανών παθολογικών αλλαγών. Η οπτική παρουσίαση είναι άκρως αναλυτική και προσαρμοσμένη για χρήση από επαγγελματίες υγείας στο πεδίο της αγγειοχειρουργικής.

Στη σελίδα αυτή που ένα προσχέδιό της παρουσιάζεται στο Σχήμα 26 εμφανίζεται η αορτή με διαφορετικά χρωματικά τμήματα για να διακρίνονται οι διάφορες ανατομικές περιοχές. Κάθε

τμήμα της αορτής συνοδεύεται από λεπτομερείς μετρήσεις, όπως η διάμετρος και το ύψος, διευκολύνοντας την ακριβή ανάγνωση και ανάλυση της ανατομικής δομής. Οι διαστάσεις παρουσιάζονται με ακρίβεια, συμπεριλαμβανομένων της μέγιστης διαμέτρου, του ύψους και άλλων κρίσιμων παραμέτρων που είναι απαραίτητες για τη λεπτομερή ανάλυση και τη σωστή χειρουργική προετοιμασία. Επιπλέον, η σελίδα περιλαμβάνει προηγμένες αναλύσεις μέσω ιστογραμμάτων και στατιστικών δεδομένων, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τυχόν μεταβολές στη δομή της αορτής, όπως αλλαγές στο πάχος του τοιχώματος.

Επιπρόσθετα, ενσωματώνονται αναλυτικές μετρήσεις, όπως οι αποστάσεις μεταξύ των διακλαδώσεων, καθώς και άλλες σημαντικές ανατομικές λεπτομέρειες, που παρέχουν ολοκληρωμένη εικόνα της αορτικής δομής. Η παρούσα σελίδα αναδεικνύει τις προηγμένες δυνατότητες της εφαρμογής, προσφέροντας διαδραστικά εργαλεία απαραίτητα για τη διαγνωστική ακρίβεια και την άρτια προετοιμασία των χειρουργικών επεμβάσεων. Με αυτόν τον τρόπο, διευκολύνεται η αξιολόγηση και η παρακολούθηση των ασθενών με αορτικές παθήσεις, εξασφαλίζοντας βέλτιστα κλινικά αποτελέσματα.



Σχήμα 26 - Στιγμιότυπο από τη Διεπαφή χρήση για την επιλογή «Ιατρικές μετρήσεις»

7. Τεχνικές Απαιτήσεις

7.1 Απαιτήσεις Υλικού

Η πλατφόρμα **SAFE-AORTA** θα σχεδιαστεί για να λειτουργεί αποτελεσματικά και με ασφάλεια, απαιτώντας μια κατάλληλη υποδομή υλικού τόσο για την κεντρική λειτουργία του συστήματος όσο και για την υποστήριξη της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και της αλληλεπίδρασης με τους τελικούς χρήστες.

Παρακάτω περιγράφονται οι βασικές απαιτήσεις υλικού της υποδομής οι οποίες περιλαμβάνουν από την μια τις απαιτήσεις υλικού που αφορούν την αρχιτεκτονική της πλατφόρμας και από την άλλη τις απαιτήσεις που αφορούν τους τελικούς χρήστες.

Για την ανάπτυξη και λειτουργία της πλατφόρμας **SAFE-AORTA**, οι απαιτήσεις υλικού αποτελούν έναν κρίσιμο παράγοντα για την αποδοτική και ασφαλή επεξεργασία των δεδομένων, καθώς και για την παροχή αξιόπιστων υπηρεσιών στους τελικούς χρήστες. Οι απαιτήσεις αυτές χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τις απαιτήσεις των τελικών χρηστών και τις απαιτήσεις για την υποδομή της πλατφόρμας.

Απαιτήσεις Υλικού για την Υποδομή της Πλατφόρμας SAFE-AORTA

Η πλατφόρμα **SAFE-AORTA** θα λειτουργεί σε υπολογιστικό νέφος, υποστηρίζοντας την ασφαλή αποθήκευση και ανάλυση μεγάλων όγκων ιατρικών δεδομένων. Για την ομαλή λειτουργία της, οι απαιτήσεις υλικού της υποδομής περιγράφονται στην συνέχεια.

Η υπολογιστική υποδομή νέφους (Cloud Computing Infrastructure) αποτελεί μια από τις βασικές προϋποθέσεις για την αποδοτική λειτουργία της πλατφόρμας, καθώς εξασφαλίζει τη δυνατότητα επεξεργασίας και ανάλυσης μεγάλων όγκων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των ιατρικών εικόνων και των δεδομένων ασθενών. Η επιλογή ισχυρών διακομιστών (servers) είναι απαραίτητη για την υποστήριξη αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, καθώς και για την ασφαλή αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων.

Για την εξασφάλιση της απαιτούμενης απόδοσης, οι διακομιστές της πλατφόρμας θα πρέπει να διαθέτουν **πολυπύρηνους επεξεργαστές**, οι οποίοι θα επιτρέπουν την εκτέλεση πολλαπλών διεργασιών ταυτόχρονα. Οι επεξεργαστές αυτοί θα διασφαλίζουν τη δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας δεδομένων, κάτι που είναι ζωτικής σημασίας για την υποστήριξη πολλών χρηστών σε πραγματικό χρόνο και την ταυτόχρονη ανάλυση μεγάλων όγκων ιατρικών εικόνων.

Όσον αφορά την **μνήμη RAM των διακομιστών**, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 64 GB. Η συγκεκριμένη χωρητικότητα μνήμης είναι απαραίτητη για τη φόρτωση μεγάλων αρχείων και την επεξεργασία των δεδομένων των ασθενών, επιτρέποντας γρήγορη και αποτελεσματική πρόσβαση στις πληροφορίες. Η αυξημένη μνήμη RAM βελτιώνει την απόδοση του συστήματος και διασφαλίζει ότι η πλατφόρμα μπορεί να διαχειριστεί τις αυξημένες απαιτήσεις των χρηστών χωρίς καθυστερήσεις ή απώλειες δεδομένων.

Παράλληλα, **η χρήση υποδομών αποθήκευσης νέφους** είναι αναγκαία για τη διαχείριση των λιγότερο συχνά χρησιμοποιούμενων δεδομένων, επιτρέποντας την κλιμάκωση της αποθηκευτικής ικανότητας ανάλογα με τις ανάγκες της πλατφόρμας.

Σε αυτήν την κατεύθυνση η ύπαρξη **εφεδρικής υποδομής** (Backup Infrastructure) είναι απαραίτητη για την προστασία των δεδομένων των χρηστών και των ασθενών. Η τακτική δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων και την προστασία τους από πιθανές απώλειες λόγω τεχνικών προβλημάτων ή κακόβουλων ενεργειών. Η συμμόρφωση με τις κατευθυντήριες γραμμές ασφαλείας είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα παραμένουν ασφαλή και προστατευμένα ανά πάσα στιγμή.

Συνολικά, η υπολογιστική υποδομή νέφους της πλατφόρμας **SAFE-AORTA** πρέπει να είναι ισχυρή και ευέλικτη, επιτρέποντας την απρόσκοπτη λειτουργία της και την αποτελεσματική διαχείριση των απαιτητικών αναγκών των χρηστών και των δεδομένων.

Απαιτήσεις απεικόνισης ιατρικών δεδομένων

Η υποστήριξη της επεξεργασίας ιατρικών δεδομένων και απεικονίσεων είναι ένας από τους κύριους στόχους της πλατφόρμας, καθώς καλείται να διαχειριστεί και να αναλύσει μεγάλους όγκους ιατρικών πληροφοριών και δεδομένων απεικόνισης, όπως οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις αневρυσμάτων. Για την εκπλήρωση αυτών των απαιτήσεων, η πλατφόρμα χρειάζεται προηγμένες τεχνολογικές λύσεις που να εξασφαλίζουν τη γρήγορη και αποδοτική επεξεργασία των δεδομένων.

Μία από τις βασικές τεχνολογικές υποδομές που απαιτούνται είναι η **χρήση καρτών γραφικών (GPUs)**. Οι διακομιστές της πλατφόρμας πρέπει να είναι εξοπλισμένοι με ισχυρές κάρτες γραφικών που υποστηρίζουν **την τεχνολογία CUDA της NVIDIA**, η οποία επιτρέπει την παράλληλη επεξεργασία μεγάλων όγκων δεδομένων, όπως αυτά που προκύπτουν από τρισδιάστατες απεικονίσεις. Οι κάρτες αυτές επιταχύνουν σημαντικά τη διαδικασία ανάλυσης δεδομένων και την εκπαίδευση μοντέλων βαθιάς μάθησης, που είναι απαραίτητα για την ακριβή πρόγνωση και την εξατομικευμένη θεραπεία των ασθενών. Προτείνεται η χρήση καρτών με τουλάχιστον 16 GB VRAM για την αποδοτική επεξεργασία τρισδιάστατων μοντέλων, καθώς ο αυξημένος όγκος δεδομένων από τις απεικονίσεις απαιτεί ισχυρή μνήμη και επεξεργαστική ισχύ.

Στην βάση των παραπάνω είναι αναγκαίο για την πλατφόρμα να υποστηρίζεται από **σύγχρονους πολυπύρηνους επεξεργαστές**, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την ταυτόχρονη επεξεργασία δεδομένων από πολλαπλούς χρήστες. Η χρήση πολυπύρηνων επεξεργαστών διασφαλίζει ότι η πλατφόρμα μπορεί να διαχειριστεί ταυτόχρονα αιτήματα από διάφορους χρήστες και να εκτελεί περίπλοκες υπολογιστικές εργασίες, όπως η ανάλυση μεγάλων αρχείων ιατρικών δεδομένων. Οι πολλοί πυρήνες των επεξεργαστών επιτρέπουν την εκτέλεση πολλαπλών διεργασιών χωρίς καθυστερήσεις, με αυτόν τον τρόπο προσφέρουν ομαλή και γρήγορη εμπειρία στους χρήστες της πλατφόρμας.

Συνοψίζοντας, η πλατφόρμα του έργου **SAFE-AORTA** πρέπει να διαθέτει μια ισχυρή υπολογιστική υποδομή με προηγμένες κάρτες γραφικών και πολυπύρηνους επεξεργαστές, για να μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις επεξεργασίας των ιατρικών δεδομένων και των τρισδιάστατων απεικονίσεων. Αυτές οι τεχνολογίες θα επιτρέψουν την ταχύτερη και ακριβέστερη ανάλυση των δεδομένων, εξασφαλίζοντας υψηλής ποιότητας υπηρεσίες στους χρήστες της πλατφόρμας, με στόχο την καλύτερη διάγνωση και πρόγνωση των ασθενών.

Απαιτήσεις Δικτυακής Υποδομής

Η δικτυακή υποδομή (Networking Infrastructure) αποτελεί στοιχείο για την εύρυθμη και ομαλή λειτουργία της πλατφόρμας, καθώς εξασφαλίζει την αξιόπιστη και γρήγορη μετάδοση δεδομένων μεταξύ των διακομιστών (servers) και των τελικών χρηστών. Η αποδοτική λειτουργία της πλατφόρμας θα είναι αποτέλεσμα μιας δικτυακής υποδομής υψηλής ταχύτητας και διαθεσιμότητας, η οποία θα διασφαλίζει την άμεση πρόσβαση των χρηστών στα δεδομένα και τις υπηρεσίες που προσφέρει η πλατφόρμα, χωρίς καθυστερήσεις ή διακοπές.

Η πρώτη και πιο βασική απαίτηση για τη δικτυακή υποδομή είναι η **γρήγορη δικτυακή σύνδεση (High-speed Internet)**. Οι διακομιστές της πλατφόρμας πρέπει να είναι συνδεδεμένοι σε δίκτυα υψηλής ταχύτητας, με τουλάχιστον 1 Gbps ταχύτητα σύνδεσης. Αυτή η υψηλή ταχύτητα σύνδεσης είναι απαραίτητη για τη γρήγορη και αξιόπιστη μετάδοση μεγάλων όγκων δεδομένων μεταξύ των διακομιστών και των χρηστών, ιδιαίτερα δεδομένων που αφορούν ιατρικές εικόνες που έχουν υψηλές απαιτήσεις σε χωρητικότητα. Η ύπαρξη μιας ταχείας σύνδεσης επιτρέπει τη συνεχή και ομαλή λειτουργία της πλατφόρμας, διευκολύνοντας τους χρήστες στην πρόσβαση και αλληλεπίδραση με το σύστημα σε πραγματικό χρόνο.

Απαιτήσεις Υλικού για τους Τελικούς Χρήστες

Οι τελικοί χρήστες της πλατφόρμας, όπως οι γιατροί και οι κλινικοί συνεργάτες, θα χρειαστούν εξοπλισμό που να μπορεί να υποστηρίξει τις απαιτήσεις της πλατφόρμας για την αποτελεσματική διαχείριση και ανάλυση δεδομένων υγείας. Για τον σκοπό αυτό, οι χρήστες θα πρέπει να διαθέτουν σύγχρονους προσωπικούς ή φορητούς υπολογιστές που πληρούν συγκεκριμένες ελάχιστες προδιαγραφές. Με αυτόν τον τρόπο να εξασφαλίζουν την απρόσκοπτη και αποδοτική λειτουργία της πλατφόρμας

Σε πρώτη φάση, είναι σημαντικό οι **επεξεργαστές** των υπολογιστών να είναι τουλάχιστον τετραπύρηντοι, για να υποστηρίζουν απαιτητικές διεργασίες, όπως η ανάλυση ιατρικών εικόνων και η εκτέλεση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης. Αυτές οι εργασίες απαιτούν σημαντική υπολογιστική ισχύ και η ύπαρξη πολυπύρηντων επεξεργαστών διασφαλίζει την ταχύτερη και πιο αποδοτική λειτουργία των συστημάτων, ιδιαίτερα όταν οι χρήστες καλούνται να διαχειριστούν μεγάλο όγκο δεδομένων ή να αλληλεπιδράσουν με τα εργαλεία της πλατφόρμας σε πραγματικό χρόνο.

Επιπλέον, η **μνήμη RAM** θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 8 GB. Η μνήμη αυτή επιτρέπει την ταυτόχρονη διαχείριση μεγάλων αρχείων και τη χρήση των web-based εφαρμογών της πλατφόρμας χωρίς καθυστερήσεις ή προβλήματα απόδοσης. Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις επεξεργασίας ιατρικών εικόνων ή μεγάλων αρχείων δεδομένων ασθενών, η αυξημένη μνήμη RAM βελτιώνει την απόκριση του συστήματος και την εμπειρία του χρήστη.

Σε ό,τι αφορά τον **αποθηκευτικό χώρο**, οι τελικοί χρήστες θα χρειαστούν είτε σκληρούς δίσκους είτε SSDs με χωρητικότητα τουλάχιστον 500 GB. Αυτή η χωρητικότητα είναι απαραίτητη για την τοπική αποθήκευση δεδομένων, όπως προσωρινά αρχεία ή δεδομένα ασθενών που απαιτούν άμεση πρόσβαση. Ειδικά οι SSDs προσφέρουν ταχύτερη πρόσβαση στα δεδομένα και αυξάνουν τη συνολική απόδοση του συστήματος, επιτρέποντας την ταχύτερη φόρτωση αρχείων και τη γρηγορότερη εκτέλεση των εργασιών.

Για χρήστες που θα επεξεργάζονται **τριδιάστατες απεικονίσεις** ή δεδομένα μεγάλης κλίμακας, είναι απαραίτητη η ύπαρξη **κάρτας γραφικών με τουλάχιστον 2 GB VRAM**. Η κάρτα γραφικών με αυξημένη μνήμη επιτρέπει την ομαλή επεξεργασία ιατρικών εικόνων και 3D

μοντέλων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και διάγνωση των ανευρυσμάτων. Επιπλέον, αν η κάρτα γραφικών υποστηρίζει την τεχνολογία **CUDA** της NVIDIA, μπορεί να επιταχύνει τη λειτουργία των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και την ανάλυση εικόνων, επιτρέποντας την εκτέλεση πιο απαιτητικών εργασιών με παράλληλη επεξεργασία δεδομένων.

Τέλος, η **διασύνδεση στο διαδίκτυο** αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την αποτελεσματική χρήση της πλατφόρμας. Οι χρήστες θα χρειαστούν **ευρυζωνική σύνδεση** με ταχύτητα τουλάχιστον 50 Mbps, για να μπορούν να ανεβάζουν και να κατεβάζουν δεδομένα από την πλατφόρμα χωρίς καθυστερήσεις. Η σταθερότητα της σύνδεσης είναι εξίσου σημαντική, καθώς οι χρήστες θα πρέπει να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με τα εργαλεία ανάλυσης και τη βάση δεδομένων της πλατφόρμας. Η σύνδεση θα πρέπει να είναι αξιόπιστη και με χαμηλή καθυστέρηση, ώστε να διασφαλίζεται η αδιάκοπη ροή πληροφοριών και η άμεση ανταπόκριση στις ενέργειες του χρήστη.

7.2 Απαιτήσεις Λογισμικού

Για την επιτυχημένη ανάπτυξη και λειτουργία της πλατφόρμας του έργου, οι απαιτήσεις λογισμικού πρέπει να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα προδιαγραφών που διασφαλίζουν την ασφάλεια, την προσβασιμότητα και τη διαχείριση των δεδομένων των χρηστών. Παρακάτω παρατίθεται μια ανάλυση των απαιτήσεων αυτών, που είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ομαλής και ασφαλούς λειτουργίας της πλατφόρμας. Οι προδιαγραφές λογισμικού που αναλύονται αποτελούν θεμέλιο για την αποδοτική λειτουργία της πλατφόρμας **SAFE-AORTA**. Σκοπός είναι η αποτελεσματική χρήση των δεδομένων από τους χρήστες, ενισχύοντας τη λειτουργικότητα και την αξιοπιστία της πλατφόρμας σε ένα ευαίσθητο πεδίο, όπως αυτό της πρόβλεψης ρήξης ανευρύσματος κοιλιακής αορτής.

Βασικό τεχνολογικό υπόβαθρο της πλατφόρμας του **SAFE-AORTA** είναι οι κύριες τεχνολογίες της οι οποίες θα καλύπτουν διαφορετικές λειτουργικές ανάγκες της πλατφόρμας.

Παρακάτω γίνεται ανάλυση για κάθε μια :

1. **PHP 7.3.33**: Η PHP είναι μια γλώσσα προγραμματισμού server-side, η οποία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των δυναμικών λειτουργιών της πλατφόρμας. Η έκδοση 7.3.33 εξασφαλίζει γρήγορη και αποδοτική εκτέλεση κώδικα, καθώς και βελτιωμένη ασφάλεια για τις εφαρμογές που βασίζονται σε αυτήν. Η PHP υποστηρίζει την ανάπτυξη σύνθετων διαδικτυακών εφαρμογών με λειτουργίες back-end.
2. **Apache 2.4.6 (CentOS)**: Ο Apache είναι ένας ευρέως διαδεδομένος διακομιστής web, υπεύθυνος για την εξυπηρέτηση των αιτημάτων των χρηστών προς την πλατφόρμα και την αποστολή των κατάλληλων πόρων. Η έκδοση 2.4.6 που χρησιμοποιείται σε περιβάλλον **CentOS** προσφέρει σταθερότητα, επεκτασιμότητα και ασφάλεια. Ο Apache διαχειρίζεται τα αιτήματα HTTP και τη συνδεσιμότητα της πλατφόρμας στο διαδίκτυο.
3. **MySQL 8.0.13**: Η MySQL είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων της πλατφόρμας. Η έκδοση 8.0.13 προσφέρει βελτιωμένη απόδοση και δυνατότητες αποθήκευσης μεγάλων δεδομένων, καθώς και ασφαλείς συναλλαγές με δεδομένα. Χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των πληροφοριών των χρηστών και των ασθενών, εξασφαλίζοντας την ακεραιότητα των δεδομένων.
4. **Elastic 7.10.2**: Η **ElasticSearch** είναι μια μηχανή αναζήτησης που χρησιμοποιείται για την γρήγορη και αποδοτική αναζήτηση μεγάλων όγκων δεδομένων. Στην πλατφόρμα

- SAFE-AORTA**, το Elastic χρησιμοποιείται για την αναζήτηση και φιλτράρισμα δεδομένων των χρηστών και των εξετάσεων, επιτρέποντας γρήγορη πρόσβαση σε συγκεκριμένες πληροφορίες.
5. **Node.js 10.24.1:** Το **Node.js** είναι ένα περιβάλλον εκτέλεσης JavaScript που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη λειτουργιών στο back-end. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί το Node.js για την ανάπτυξη server-side λειτουργιών και APIs, καθώς και για την παράλληλη εκτέλεση διεργασιών. Αυτό επιτρέπει στην πλατφόρμα να εξυπηρετεί πολλαπλά αιτήματα ταυτόχρονα, διασφαλίζοντας υψηλή απόδοση.
 6. **Mongo 4.2.3:** Η **MongoDB** είναι μια βάση δεδομένων NoSQL που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση μη δομημένων και ημιδομημένων δεδομένων. Στην πλατφόρμα **SAFE-AORTA**, η MongoDB υποστηρίζει την αποθήκευση δεδομένων που δεν έχουν αυστηρή δομή, όπως τα ιατρικά δεδομένα και οι αναφορές. Η έκδοση 4.2.3 προσφέρει ασφάλεια και κλιμακούμενη απόδοση για τη διαχείριση μεγάλων όγκων δεδομένων.
 7. **Redis 3.2.12:** Το **Redis** είναι μια βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται για caching και αποθήκευση δεδομένων στη μνήμη (in-memory). Το Redis επιτρέπει την ταχύτερη πρόσβαση σε δεδομένα που χρησιμοποιούνται συχνά, βελτιώνοντας την απόδοση της πλατφόρμας. Χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση πληροφοριών που χρειάζονται γρήγορη πρόσβαση, όπως οι συνεδρίες των χρηστών.
 8. **REST APIs: webapi της Laravel και slimphp 3.12.5:** Τα **REST APIs** αποτελούν την κύρια μέθοδο επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων υπηρεσιών και συστημάτων της πλατφόρμας. Τα web APIs της **Laravel** και το **slimphp** προσφέρουν ευέλικτη και ασφαλή επικοινωνία μεταξύ των front-end και back-end λειτουργιών της πλατφόρμας, επιτρέποντας την εύκολη κλιμάκωση και την επικοινωνία με άλλες εφαρμογές και υπηρεσίες.
 9. **Laravel Framework 8.83.27:** Το **Laravel** είναι ένα ισχυρό framework PHP που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των back-end λειτουργιών της πλατφόρμας. Προσφέρει μια πλήρη λύση για την ανάπτυξη εφαρμογών, από την ασφάλεια και τη διαχείριση χρηστών, έως τη διαχείριση βάσεων δεδομένων και τη δημιουργία RESTful APIs. Η έκδοση 8.83.27 εξασφαλίζει την αποδοτική ανάπτυξη εφαρμογών με υψηλό επίπεδο ασφάλειας και διαχειριστικό έλεγχο.

Πιο συγκεκριμένα οι τεχνολογίες που αναλύονται παραπάνω θα χρησιμοποιούνται στην πλατφόρμα **SAFE-AORTA** και εντάσσονται στις απαιτήσεις λογισμικού ως εξής:

- **PHP, Laravel και REST APIs** διασφαλίζουν την ανάπτυξη ασφαλών και επεκτάσιμων διαδικτυακών εφαρμογών, καλύπτοντας τις ανάγκες του back-end και της επικοινωνίας με τις βάσεις δεδομένων και τις άλλες υπηρεσίες.
- **Apache και MySQL** παρέχουν τη βάση για την εξυπηρέτηση των χρηστών και την αποθήκευση δομημένων δεδομένων με υψηλή αξιοπιστία και ασφάλεια.
- **MongoDB και Elasticsearch** ενσωματώνονται για την αποθήκευση και αναζήτηση μεγάλων και μη δομημένων δεδομένων, επιτρέποντας τη γρήγορη ανάκτηση και επεξεργασία ιατρικών πληροφοριών.
- **Redis** συμβάλλει στην αποδοτική προσωρινή αποθήκευση δεδομένων, βελτιώνοντας την ταχύτητα πρόσβασης στις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες πληροφορίες της πλατφόρμας.
- **Node.js** χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των αιτημάτων σε πραγματικό χρόνο και την ανάπτυξη υπηρεσιών server-side με υψηλή απόδοση.

Οι παραπάνω τεχνολογίες συνθέτουν ένα ισχυρό, ασφαλές και αποδοτικό οικοσύστημα για την πλατφόρμα **SAFE-AORTA**, επιτρέποντας την αποδοτική επεξεργασία δεδομένων, την ασφαλή αποθήκευση και ανάκτηση πληροφοριών, καθώς και την αξιόπιστη εξυπηρέτηση των τελικών χρηστών.

7.2.1 Προδιαγραφές Ασφάλειας

Η προστασία των προσωπικών δεδομένων των χρηστών αποτελεί πρωταρχικό στόχο για την πλατφόρμα **SAFE-AORTA**. Για να επιτευχθεί αυτό, η πλατφόρμα πρέπει να συμμορφώνεται πλήρως με τον **Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων (GDPR) 2016/679**, ο οποίος διασφαλίζει ότι τα δεδομένα συλλέγονται, αποθηκεύονται και επεξεργάζονται με ασφάλεια, ενώ οι χρήστες διατηρούν πλήρη έλεγχο των προσωπικών τους δεδομένων. Η συμμόρφωση με τον GDPR περιλαμβάνει τη διαφάνεια στη χρήση των δεδομένων και την παροχή δυνατοτήτων στους χρήστες για τη διαχείριση της ιδιωτικότητάς τους.

Επιπλέον, η **ασφαλής μετάδοση των δεδομένων μεταξύ πελάτη και διακομιστή θα επιτυγχάνεται με τη χρήση του πρωτοκόλλου TLS EV (Extended Validation)**. Το πρωτόκολλο αυτό παρέχει ισχυρή κρυπτογράφηση και διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων κατά τη μεταφορά τους, προστατεύοντας τα από κακόβουλες επιθέσεις. Για περαιτέρω ασφάλεια, τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών θα κρυπτογραφούνται τόσο κατά την αποθήκευση όσο και στα **αντίγραφα ασφαλείας μέσω Transparent Data Encryption (TDE)**, εξασφαλίζοντας ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά.

Η προστασία του δικτύου της πλατφόρμας από ανεπιθύμητη πρόσβαση θα επιτυγχάνεται με τη χρήση τοίχου προστασίας (firewall) pfSense, ο οποίος ελέγχει και φιλτράρει την κίνηση που εισέρχεται και εξέρχεται από το σύστημα, αποτρέποντας πιθανές απειλές από εξωτερικούς παράγοντες.

7.2.2 Προδιαγραφές Προσβασιμότητας Χρηστών

Για να εξασφαλιστεί η ασφαλής και απρόσκοπτη πρόσβαση των χρηστών στην πλατφόρμα, πρέπει να εφαρμοστούν συγκεκριμένοι μηχανισμοί προσβασιμότητας. Ένας από αυτούς είναι η αυτόματη ενεργοποίηση λογαριασμού μέσω email, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν λογαριασμούς εύκολα και γρήγορα. Παράλληλα, η πλατφόρμα θα διαθέτει έναν ενισχυμένο μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης που απαιτεί τη χρήση ισχυρών κωδικών πρόσβασης και τη διαδικασία ταυτοποίησης δύο βημάτων (2-step authentication) με χρήση επιπλέον PIN. Για επιπλέον ασφάλεια, η πρόσβαση θα κλειδώνει αυτόματα μετά από πέντε αποτυχημένες προσπάθειες σύνδεσης.

Η πρόσβαση στην πλατφόρμα θα πραγματοποιείται μέσω του πρωτοκόλλου HTTPS με τη χρήση πιστοποιητικού SSL 256-bit, το οποίο εξασφαλίζει ότι όλες οι πληροφορίες που μεταφέρονται είναι κρυπτογραφημένες και προστατευμένες από κακόβουλες ενέργειες. Σε περίπτωση αδράνειας, η σύνδεση του χρήστη θα διακόπτεται αυτόματα για να αποφευχθεί η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.

7.2.3 Προδιαγραφές Διαβάθμισης Χρηστών

Η πλατφόρμα πρέπει να υποστηρίζει τη διαχείριση διαφορετικών επιπέδων πρόσβασης για τους χρήστες της. Κάθε χρήστης θα έχει διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης στις ενότητες της πλατφόρμας ανάλογα με τον ρόλο του. Η διαχείριση των δικαιωμάτων χρηστών είναι ουσιαστική για την οργάνωση της πρόσβασης, διασφαλίζοντας ότι οι χρήστες έχουν πρόσβαση μόνο

στις πληροφορίες και τα δεδομένα που είναι σχετικές με τον ρόλο τους. **Το σύστημα θα υιοθετήσει ένα μοντέλο ασφάλειας βάσει ρόλων (role-based security model)**, το οποίο θα καθορίζει ποιοι χρήστες έχουν πρόσβαση σε ποιες ενότητες και πληροφορίες, ενισχύοντας έτσι την ασφάλεια και την ελεγχόμενη πρόσβαση στα δεδομένα.

7.2.4 Προδιαγραφές Διαχείρισης και Προσβασιμότητας Δεδομένων

Η διαχείριση των δεδομένων στην πλατφόρμα είναι καίριας σημασίας για την ομαλή λειτουργία της. Οι χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα να εισάγουν και να προβάλλουν τα δημογραφικά τους δεδομένα, διασφαλίζοντας ότι οι πληροφορίες τους είναι ενημερωμένες και εύκολα προσβάσιμες. Επιπλέον, η πλατφόρμα θα υποστηρίζει την εισαγωγή και προβολή εργαστηριακών εξετάσεων, όπως αιματολογικές, βιοχημικές και απεικονιστικές εξετάσεις. Η δυνατότητα προβολής των αποτελεσμάτων με τη μορφή γραφημάτων, καθώς και η διαχείριση του ιστορικού των εξετάσεων, θα επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν τις μεταβολές στις τιμές των εξετάσεών τους σε βάθος χρόνου.

Παράλληλα, η διαθεσιμότητα των δεδομένων είναι κρίσιμη για τη σωστή λειτουργία της πλατφόρμας. Τα δεδομένα πρέπει να είναι διαθέσιμα στους χρήστες 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα, χωρίς διακοπές. Η ασφαλής ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διακομιστή και πελάτη θα πραγματοποιείται μέσω **JSON Web Token (JWT)**, που εξασφαλίζει την ακεραιότητα και αυθεντικότητα των πληροφοριών που ανταλλάσσονται.

Επιπλέον, η κρυπτογράφηση των δεδομένων κατά τη μεταφορά θα γίνεται **μέσω αλγορίθμου 4096-bit και πρωτοκόλλου TLS 256-bit**, διασφαλίζοντας ότι η επικοινωνία μεταξύ πελάτη και διακομιστή είναι απολύτως ασφαλής και προστατευμένη από παρεμβολές.

8. Σενάρια Χρήσης του SAFE-AORTA

Στο Κεφάλαιο 8, η ανάπτυξη σεναρίων χρήσης για το **SAFE-AORTA** βασίζεται σε καθιερωμένες μεθοδολογίες διαχείρισης έργων που χρησιμοποιούνται στον τομέα της υγείας και των πληροφοριακών συστημάτων

8.1 Πρότυπο Ανάπτυξης Σεναρίων Χρήσης

Τα σενάρια χρήσης δημιουργούνται με στόχο να καταγράψουν τις λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος και να παρέχουν παραδείγματα πραγματικών καταστάσεων, στις οποίες οι χρήστες (γιατροί, ασθενείς και διοικητικό προσωπικό) θα αλληλεπιδρούν με την πλατφόρμα. Κάθε σενάριο χρήσης περιγράφει μια σειρά ενεργειών από την πλευρά του χρήστη, καθώς και την αντίδραση του συστήματος, προσφέροντας μια λεπτομερή απεικόνιση του τρόπου λειτουργίας του **SAFE-AORTA** σε πραγματικές συνθήκες. Τα σενάρια χρήσης βασίζονται σε κλινικά πρωτόκολλα, λαμβάνουν υπόψη τις απαιτήσεις της διαχείρισης ασθενών με ΑΚΑ εξασφαλίζουν ότι το σύστημα μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες των χρηστών του, προσφέροντας ασφαλείς και ακριβείς αποφάσεις. Κατά την ανάπτυξη των σεναρίων, το **SAFE-AORTA** χρησιμοποιεί τεχνικές συλλογής απαιτήσεων όπως συνεντεύξεις με ιατρικό προσωπικό, βιβλιογραφική ανασκόπηση και ανάλυση ροών εργασίας στις μονάδες υγείας. Τα σενάρια χρήσης κατηγοριοποιούνται βάσει της πολυπλοκότητας της αλληλεπίδρασης με το σύστημα και επικεντρώνονται σε βασικά θέματα, όπως η διάγνωση, η παρακολούθηση και η προεγχειρητική προετοιμασία.

8.2 Προσδιορισμός Σεναρίων Χρήσης

Στο πλαίσιο του **SAFE-AORTA**, τα σενάρια χρήσης αποτελούν βασικό εργαλείο για την επίδειξη των δυνατοτήτων της πλατφόρμας στην κλινική πράξη. Τα σενάρια αυτά δημιουργούνται με σκοπό την ακριβή περιγραφή της χρήσης του συστήματος σε πραγματικές κλινικές καταστάσεις, εστιάζοντας σε ιατρικές διαδικασίες που σχετίζονται με τη διάγνωση και την παρακολούθηση ασθενών με ΑΚΑ.

UC-SA #1: Διάγνωση και Παρακολούθηση Ασθενή με Ανεύρυσμα Κοιλιακής Αορτής (ΑΚΑ)

Ο Δρ. Γιώργος Παπαδόπουλος, αγγειοχειρουργός σε δημόσιο νοσοκομείο, χρησιμοποιεί το **SAFE-AORTA** για τη διάγνωση και παρακολούθηση ενός ασθενούς με ύποπτο ΑΚΑ. Ο ασθενής, 65 ετών, καπνιστής με ιστορικό υπέρτασης, εμφανίζει πόνο στην κοιλιακή χώρα κατά τη διάρκεια προγραμματισμένης εξέτασης.

1. Αρχική Διάγνωση:

Ο Δρ. Παπαδόπουλος εισάγει τις απεικονιστικές εξετάσεις του ασθενούς (αξονική αγγειογραφία) στην πλατφόρμα **SAFE-AORTA**. Το σύστημα αναλύει αυτόματα τις εικόνες και με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης, εντοπίζει την παρουσία ανευρύσματος στην κοιλιακή αορτή με διάμετρο 4,5 cm. Το **SAFE-AORTA** συγκρίνει το εύρημα με προηγούμενα δεδομένα ασθενών και επιστρέφει ένα εκτίμηση κινδύνου για ρήξη, που υπολογίζεται ως μέτριος.

2. Λήψη Απόφασης:

Η πλατφόρμα παρέχει στον γιατρό ειδοποιήσεις για τη σοβαρότητα της κατάστασης και προτείνει επιλογές θεραπείας με βάση το προφίλ του ασθενούς και τα ιατρικά πρωτόκολλα. Με βάση αυτά τα δεδομένα, ο Δρ. Παπαδόπουλος αποφασίζει να παρακολουθήσει το ανεύρυσμα σε τακτική βάση και να μην προβεί άμεσα σε χειρουργική επέμβαση, καθώς ο ασθενής δεν εμφανίζει επιπλέον συμπτώματα και το μέγεθος του ανευρύσματος δεν υπερβαίνει το κρίσιμο όριο των 5 cm.

3. Προγραμματισμένη Παρακολούθηση:

Ο γιατρός χρησιμοποιεί την πλατφόρμα για να προγραμματίσει τις επόμενες εξετάσεις του ασθενούς κάθε έξι μήνες. Σε κάθε επανέλεγχο, το **SAFE-AORTA** αναλύει τις νέες αξονικές τομογραφίες και συγκρίνει τις αλλαγές στη διάμετρο και τον όγκο του ανευρύσματος, επιστρέφοντας στον γιατρό λεπτομερή αναφορά για την εξέλιξη του ανευρύσματος.

4. Εξατομικευμένη Παρακολούθηση:

Η πλατφόρμα, ενσωματώνοντας δεδομένα από φορητές συσκευές, παρακολουθεί και άλλες παραμέτρους, όπως την αρτηριακή πίεση του ασθενούς, τη φυσική του δραστηριότητα και τη συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή. Οι συνεχείς αυτές μετρήσεις βοηθούν τον γιατρό να λάβει υπόψη και άλλους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την πορεία του ανευρύσματος, όπως οι αιμοδυναμικές αλλαγές.

5. Λήψη Απόφασης για Επέμβαση:

Δύο χρόνια μετά την αρχική διάγνωση, το **SAFE-AORTA** ανιχνεύει ταχεία αύξηση στη διάμετρο του ανευρύσματος που πλέον ξεπερνά τα 5,2 cm. Το σύστημα προτείνει στον γιατρό άμεση χειρουργική επέμβαση, καθώς η πιθανότητα ρήξης έχει αυξηθεί σημαντικά. Ο Δρ. Παπαδόπουλος, σε συνεργασία με την υπόλοιπη ιατρική ομάδα, χρησιμοποιεί την πλατφόρμα για να σχεδιάσει την επέμβαση, έχοντας στη διάθεσή του τρισδιάστατες απεικονίσεις της αορτής του ασθενούς για τον προεγχειρητικό σχεδιασμό.

6. Επιτυχής Χειρουργική Επέμβαση:

Μετά την επιτυχή επέμβαση, η πλατφόρμα συνεχίζει να παρακολουθεί τον ασθενή για πιθανές μετεγχειρητικές επιπλοκές. Ο ασθενής ακολουθεί τακτικές επανεξετάσεις και η πλατφόρμα εξασφαλίζει ότι οποιαδήποτε αλλαγή θα εντοπιστεί και θα αντιμετωπιστεί άμεσα.

Η κλινική ομάδα επωφελείται σημαντικά από τη χρήση του **SAFE-AORTA**, καθώς επιτρέπει τη γρήγορη διάγνωση, εντοπίζοντας άμεσα τις αλλαγές στη δομή της αορτής και παρέχοντας ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο. Αυτό διευκολύνει την αποφυγή περιττών επεμβάσεων, καθώς η ακριβής ανάλυση των δεδομένων επιτρέπει στους γιατρούς να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να αποφεύγουν πρώιμες ή μη απαραίτητες επεμβάσεις. Επιπλέον, το σύστημα συμβάλλει στον προεγχειρητικό σχεδιασμό, προσφέροντας τρισδιάστατες απεικονίσεις που διευκολύνουν την καλύτερη προετοιμασία των χειρουργικών επεμβάσεων. Τέλος, η εξατομικευμένη φροντίδα ενισχύεται μέσα από τον συνδυασμό κλινικών και δεδομένων από φορητές συσκευές, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης του ασθενούς και επιτρέποντας την ακριβή παρακολούθηση της πορείας της νόσου.

UC-SA #2: Παρακολούθηση Ασθενή με Ανεύρυσμα Κοιλιακής Αορτής (AKA)

Η Δρ. Ελένη Δημητρίου, αγγειοχειρουργός σε ιδιωτική κλινική, έχει υπό την παρακολούθησή της έναν 72χρονο ασθενή, ο οποίος διαγνώστηκε πριν από έναν χρόνο με ανεύρυσμα κοιλιακής αορτής (AKA) μεγέθους 4,8 cm. Ο ασθενής δεν παρουσιάζει συμπτώματα, ωστόσο, το μέγεθος του ανευρύσματος τον κατατάσσει σε κατηγορία υψηλού κινδύνου και απαιτεί τακτική παρακολούθηση.

1. Επαναληπτική Εξέταση και Ανάλυση Δεδομένων

Ο ασθενής πραγματοποιεί αξονική αγγειογραφία, τα αποτελέσματα της οποίας εισάγονται στην πλατφόρμα **SAFE-AORTA** από τη Δρ. Δημητρίου. Το σύστημα αναλύει τις νέες εικόνες και συγκρίνει τη διάμετρο και τον όγκο του ανευρύσματος με προηγούμενες εξετάσεις. Το **SAFE-AORTA** διαπιστώνει μικρή αύξηση της διαμέτρου στα 4,9 cm και παρέχει αναλυτική αναφορά με αιμοδυναμικούς δείκτες, όπως η διατμητική τάση τοιχώματος (Wall Shear Stress - WSS).

2. Εξατομικευμένες Προτάσεις Παρακολούθησης

Με βάση τα νέα δεδομένα, το σύστημα προτείνει τη συνέχιση της παρακολούθησης ανά εξάμηνο και παρέχει ειδοποίηση στη γιατρό για την πιθανότητα ταχείας αύξησης, καθώς ο ασθενής έχει ιστορικό υπέρτασης. Επιπλέον, η πλατφόρμα συνιστά την ενίσχυση της φαρμακευτικής αγωγής για τη ρύθμιση της πίεσης και την αποφυγή επιδείνωσης της κατάστασης.

3. Πραγματικός Χρόνος Παρακολούθησης μέσω Φορητών Συσκευών

Ο ασθενής φορά μια φορητή συσκευή, η οποία παρακολουθεί συνεχώς την αρτηριακή του πίεση και την καρδιακή λειτουργία. Τα δεδομένα μεταδίδονται στο **SAFE-AORTA**, το οποίο αναλύει τυχόν αποκλίσεις από τα φυσιολογικά όρια και ειδοποιεί τη Δρ. Δημητρίου σε περίπτωση ύποπτων αλλαγών, όπως παρατεταμένες περιόδους αυξημένης αρτηριακής πίεσης.

4. Αναθεώρηση Πλάνου Θεραπείας

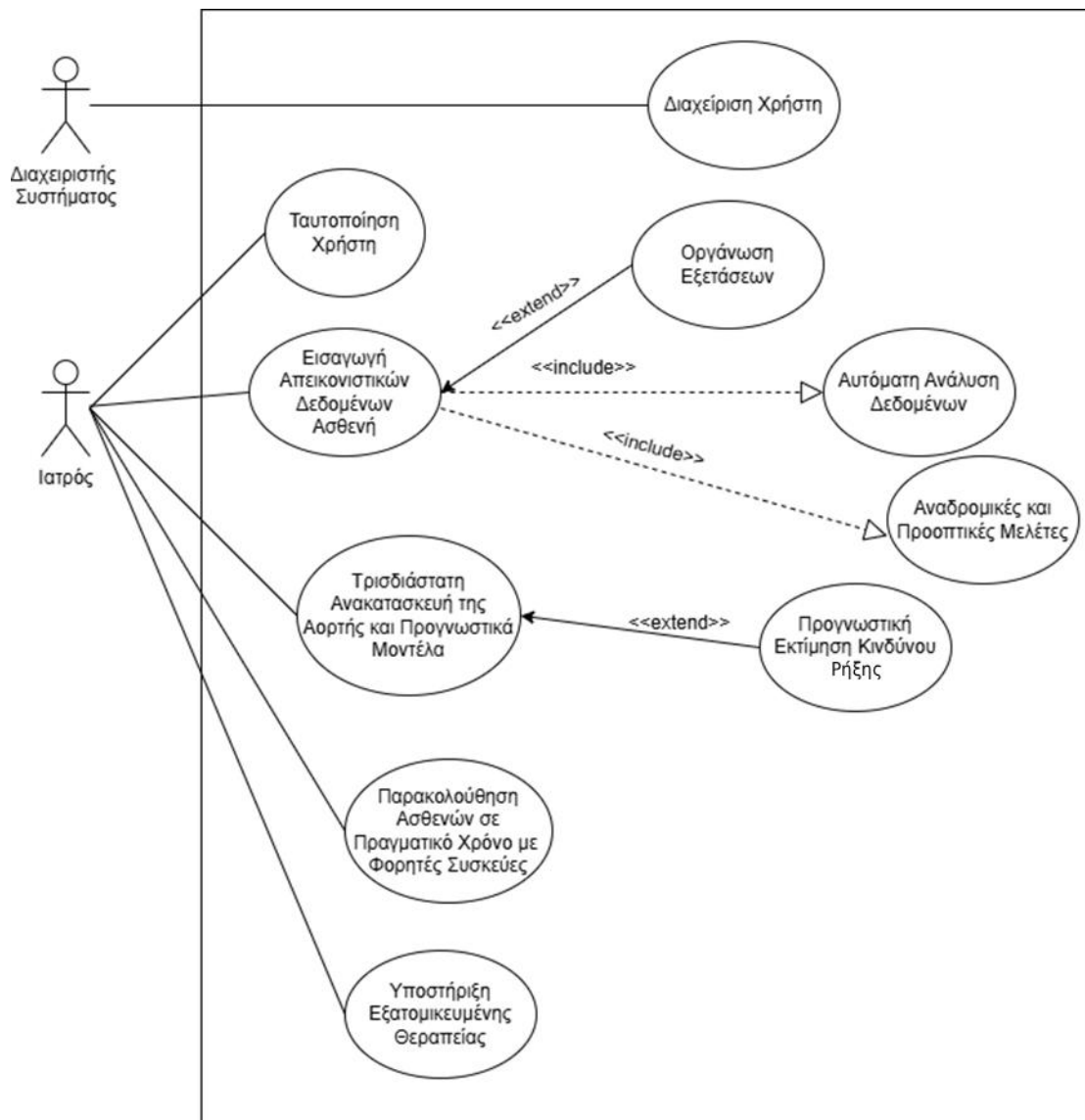
Μετά από δύο χρόνια παρακολούθησης, η πλατφόρμα ανιχνεύει ότι το ανεύρυσμα παραμένει σταθερό, με μικρή μόνο αύξηση της διαμέτρου (5,1 cm). Το **SAFE-AORTA** συνεχίζει να προτείνει συντηρητική διαχείριση και παρακολούθηση, επιβεβαιώνοντας ότι ο ασθενής δεν χρειάζεται ακόμη χειρουργική επέμβαση.

Με αυτό τον τρόπο, η χρήση του **SAFE-AORTA** επιτρέπει στη Δρ. Δημητρίου να διαχειρίζεται την κατάσταση του ασθενούς με ακρίβεια, βασισμένη σε δεδομένα. Η ενσωμάτωση φορητών συσκευών βελτιώνει την ποιότητα της παρακολούθησης, ενώ η δυνατότητα συνεχούς ανάλυσης δεδομένων παρέχει έγκαιρες ειδοποιήσεις, αποτρέποντας πιθανές επιπλοκές. Επιπλέον, η πλατφόρμα διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ γιατρού και ασθενούς, ενισχύοντας τη συμμόρφωση του ασθενούς και βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της θεραπείας.

9. Περιπτώσεις Χρήσης

Οι περιπτώσεις χρήσης του συστήματος **SAFE-AORTA** έρχονται στο προσκήνιο όταν πρόκειται για τη διαχείριση και την υποστήριξη κλινικών αποφάσεων για ασθενή που έχει διαγνωστεί με ΑΚΑ. Αυτό υπογραμμίζει τις κύριες περιπτώσεις χρήσης που βασίζονται σε

καινοτόμες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, οι οποίες βελτιώνουν τη διάγνωση και την πρόγνωση, παρέχοντας εξατομικευμένες προβλέψεις και διευκολύνοντας τις κλινικές διαδικασίες. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης:



Στους παρακάτω πίνακες αναλύεται η περιγραφή των Σεναρίων Χρήσης που αφορούν τον Διαχειριστή του Συστήματος, γνωστό ως **Master Admin**, και τους χρήστες του, τους ιατρούς. Οι ενέργειες περιλαμβάνουν:

- ✓ Διαχείριση Χρήστη
- ✓ Ταυτοποίηση Χρήστη
- ✓ Εισαγωγή απεικονιστικών δεδομένων ασθενή

Πέρα από αυτές τις κατηγορίες χρηστών, συζητείται επίσης η επέκταση των κατηγοριών χρηστών στο σύστημα **SAFE-AORTA** σε επόμενα στάδια, με στόχο την προσθήκη περισσότερων τύπων χρηστών με εξειδικευμένες λειτουργίες. Η προσθήκη θα περιλαμβάνει και την ενσωμάτωση μιας διεπαφής για τους ασθενείς, η οποία θα διευκολύνει την πρόσβασή τους σε σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας τους, θα τους επιτρέπει να λαμβάνουν συστάσεις από τους επαγγελματίες υγείας και να ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο για την πορεία της θεραπείας τους. Έτσι, θα διασφαλιστεί καλύτερη και αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ ασθενών και επαγγελματιών υγείας, ενισχύοντας τη διαφάνεια και την εμπλοκή των ασθενών στη διαχείριση της υγείας τους.

Περίπτωση Χρήσης	Διαχείριση Χρήστη
Χειριστές	Διαχειριστής Συστήματος (Master Admin)
Σύντομη Περιγραφή	Ο Διαχειριστής Συστήματος μπορεί να δημιουργεί, να τροποποιεί ή να διαγράφει χρήστες στην πλατφόρμα SAFE-AORTA . Μπορεί επίσης να ρυθμίζει τα δικαιώματα πρόσβασης για κάθε χρήστη, όπως και να επιλύει τυχόν προβλήματα που προκύπτουν. Οι λειτουργίες αυτές διασφαλίζουν τη σωστή διαχείριση των χρηστών και την πρόσβασή τους σε συγκεκριμένες πληροφορίες, με βάση τα επίπεδα εξουσιοδότησης.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Επιτρέπει στον Διαχειριστή Συστήματος να δημιουργεί και να διαγράφει χρήστες, να τροποποιεί τα δικαιώματά τους στην πλατφόρμα SAFE-AORTA και να επαληθεύει την ταυτότητα και εξουσιοδότησή τους, διασφαλίζοντας έτσι την ασφαλή και κατάλληλη πρόσβαση στο σύστημα.
Προϋποθέσεις	Ο Διαχειριστής Συστήματος είναι συνδεδεμένος στην πλατφόρμα με δικαιώματα Master Admin. Οι νέοι χρήστες έχουν επαρκή δεδομένα για την καταχώρησή τους (όνομα, ρόλο, στοιχεία επικοινωνίας).
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Με την ολοκλήρωση της διαχείρισης χρηστών, η πλατφόρμα SAFE-AORTA ενημερώνεται με τα εισαγόμενα στοιχεία και τις αλλαγές που προκύπτουν στα δικαιώματα των χρηστών. Οι τροποποιήσεις στα προφίλ καταγράφονται για λόγους ασφαλείας και αναφοράς, ενώ κάθε χρήστης έχει πλέον τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης σύμφωνα με τον ρόλο του.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Διαχειριστής Συστήματος συνδέεται στην πλατφόρμα με δικαιώματα Master Admin. 2. Επιλέγει την επιλογή "Διαχείριση Χρήστη" 3. Δημιουργεί νέο προφίλ χρήστη, εισάγοντας τα απαραίτητα στοιχεία και καθορίζοντας τον ρόλο του 4. Τροποποιεί ή διαγράφει υπάρχοντες χρήστες εάν χρειαστεί. 5. Ολοκληρώνει τη διαδικασία, αποθηκεύοντας τις αλλαγές.

Περίπτωση Χρήσης	Ταυτοποίηση Χρήση
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό, Κλινικοί ερευνητές
Σύντομη Περιγραφή	Η διαδικασία ταυτοποίησης επιτρέπει στο ιατρικό προσωπικό και τους κλινικούς ερευνητές να αποκτούν ασφαλή πρόσβαση στην πλατφόρμα SAFE-AORTA , διασφαλίζοντας ότι η πρόσβαση δίνεται μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες μέσω ελέγχου ταυτότητας με όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η ταυτοποίηση χρήστη καλύπτει την ασφαλή πρόσβαση στην πλατφόρμα, την επαλήθευση ταυτότητας χρηστών και την προστασία των δεδομένων, διασφαλίζοντας ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να εισέλθουν στο σύστημα και να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες.
Προϋποθέσεις	Για να πραγματοποιηθεί η ταυτοποίηση, ο χρήστης πρέπει να έχει ήδη δημιουργημένο προφίλ στην πλατφόρμα και να του έχουν αποδοθεί τα κατάλληλα διαπιστευτήρια, όπως όνομα χρήστη και κωδικός πρόσβασης.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Μετά την ολοκλήρωση της ταυτοποίησης, ο χρήστης αποκτά πρόσβαση στην πλατφόρμα και στα δεδομένα που επιτρέπονται για τον ρόλο του. Η επιτυχής διαδικασία καταγράφεται επίσης στο ιστορικό πρόσβασης για λόγους ασφάλειας και αναφοράς.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ο χρήστης εισέρχεται στη σελίδα σύνδεσης της πλατφόρμας SAFE-AORTA. 2. Εισάγει το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης. 3. Το σύστημα επαληθεύει τα διαπιστευτήρια και, εάν είναι σωστά, δίνει πρόσβαση στον χρήστη. 4. Ο χρήστης εισέρχεται στην πλατφόρμα και έχει πρόσβαση στις ενότητες που αντιστοιχούν στον ρόλο του.

Περίπτωση Χρήσης	Εισαγωγή Απεικονιστικών Δεδομένων
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό, Κλινικοί ερευνητές
Σύντομη Περιγραφή	Επιτρέπει στο ιατρικό προσωπικό και τους κλινικούς ερευνητές να ανεβάζουν και να αποθηκεύουν απεικονιστικά δεδομένα ασθενών, όπως αξονικές ή μαγνητικές τομογραφίες, στην πλατφόρμα SAFE-AORTA . Η διαδικασία εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα καταχωρούνται με ασφάλεια και είναι διαθέσιμα για ανάλυση και αξιολόγηση.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η εισαγωγή απεικονιστικών δεδομένων καλύπτει την ανάγκη για ασφαλή αποθήκευση ιατρικών εικόνων, την εύκολη πρόσβαση σε δεδομένα εικόνας για ανάλυση και την υποστήριξη πολλαπλών μορφών αρχείων, όπως DICOM, για τη διασφάλιση της συμβατότητας με τα υπάρχοντα συστήματα απεικόνισης.
Προϋποθέσεις	Για να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή δεδομένων, ο χρήστης πρέπει να είναι ταυτοποιημένος στην πλατφόρμα με τα κατάλληλα δικαιώματα πρόσβασης και να έχει διαθέσιμα τα απεικονιστικά δεδομένα σε κατάλληλη μορφή αρχείων, όπως DICOM, για την εισαγωγή τους στην πλατφόρμα.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Μετά την εισαγωγή, τα απεικονιστικά δεδομένα αποθηκεύονται με ασφάλεια στην πλατφόρμα SAFE-AORTA , είναι άμεσα διαθέσιμα για ανάλυση και διασφαλίζεται ότι τα δεδομένα είναι προσβάσιμα μόνο από εξουσιοδοτημένους χρήστες. Επιπλέον, η επιτυχής εισαγωγή δεδομένων καταγράφεται στο ιστορικό ενεργειών της πλατφόρμας.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ο χρήστης συνδέεται στην πλατφόρμα και επιλέγει την επιλογή "Εισαγωγή Απεικονιστικών Δεδομένων". 2. Επιλέγει τα αρχεία εικόνας που θέλει να ανεβάσει από τον τοπικό δίσκο ή άλλη αποθηκευτική συσκευή. 3. Επιβεβαιώνει την επιλογή αρχείων και τα ανεβάζει στην πλατφόρμα. 4. Το σύστημα αποθηκεύει τα αρχεία και τα κάνει διαθέσιμα για ανάλυση από τους εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Περίπτωση Χρήσης	Αυτόματη Ανάλυση Απεικονιστικών Δεδομένων
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό, Κλινικοί ερευνητές
Σύντομη Περιγραφή	Το σύστημα SAFE-AORTA επιτρέπει την αυτόματη ανάλυση απεικονιστικών δεδομένων, όπως αξονικές τομογραφίες ή μαγνητικές αγγειογραφίες. Χρησιμοποιεί αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης για την αναγνώριση, τμηματοποίηση και ανάλυση ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής, βοηθώντας το ιατρικό προσωπικό στην ταχύτερη και ακριβέστερη διάγνωση
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η δυνατότητα αυτόματης ανάλυσης αυξάνει την ακρίβεια της διάγνωσης και μειώνει τον χρόνο επεξεργασίας των απεικονιστικών δεδομένων, διευκολύνοντας τους επαγγελματίες υγείας στη διαχείριση των ανευρυσμάτων.
Προϋποθέσεις	Για την αυτόματη ανάλυση, απαιτείται πρόσβαση στα απεικονιστικά δεδομένα των ασθενών και χρήση του συστήματος SAFE-AORTA από εξουσιοδοτημένο προσωπικό.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Μετά την ανάλυση, το σύστημα παρέχει στους χρήστες μορφολογικά και αιμοδυναμικά δεδομένα που υποστηρίζουν την πρόγνωση και τη διαχείριση των ανευρυσμάτων, προσφέροντας ολοκληρωμένα στοιχεία για τη λήψη κλινικών αποφάσεων.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ο χρήστης εισάγει τα απεικονιστικά δεδομένα στο σύστημα. 2. Το σύστημα εκτελεί αυτόματη αναγνώριση και τμηματοποίηση του ανευρύσματος. 3. Εξάγονται τα γεωμετρικά και αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά του ανευρύσματος. 4. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης απεικονίζονται στον ιατρό για περαιτέρω αξιολόγηση και διαχείριση.

Περίπτωση Χρήσης	Οργάνωση Εξετάσεων Ασθενών
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό, Κλινικοί ερευνητές
Σύντομη Περιγραφή	των ασθενών, συμπεριλαμβανομένων των απεικονιστικών εξετάσεων και των κλινικών δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο, διευκολύνεται η παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και η ολοκληρωμένη διαχείριση των δεδομένων των ασθενών από το ιατρικό προσωπικό.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η οργάνωση εξετάσεων διασφαλίζει την ολοκληρωμένη καταγραφή και αποθήκευση όλων των εξετάσεων και δεδομένων του ασθενούς, ενώ επιτρέπει την εύκολη και γρήγορη πρόσβαση σε αυτά για ανάλυση και αξιολόγηση.
Προϋποθέσεις	Απαιτείται η καταχώρηση των κλινικών δεδομένων και των εξετάσεων των ασθενών στο σύστημα, ώστε να μπορούν να αποθηκευτούν και να οργανωθούν κατάλληλα.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας, οι εξετάσεις του ασθενούς είναι οργανωμένες και εύκολα προσβάσιμες, επιτρέποντας την άμεση επισκόπηση της εξέλιξης της νόσου και της θεραπείας.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Καταχώρηση των εξετάσεων του ασθενούς στο σύστημα. 2. Συνεχής ενημέρωση του φακέλου του ασθενούς με νέες εξετάσεις. 3. Παρακολούθηση και επισκόπηση της εξέλιξης των δεδομένων από το ιατρικό προσωπικό.

Περίπτωση Χρήσης	Τρισδιάστατη Ανακατασκευή και Προγνωστικά Μοντέλα
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό, Κλινικοί ερευνητές
Σύντομη Περιγραφή	Το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα τρισδιάστατης ανακατασκευής της κοιλιακής αορτής, επιτρέποντας στο ιατρικό προσωπικό να δημιουργεί λεπτομερή μοντέλα για την αναγνώριση των ανευρυσμάτων. Επιπλέον, προσφέρει προγνωστικά μοντέλα που βοηθούν στην εκτίμηση της εξέλιξης της νόσου και στην πρόβλεψη του κινδύνου ρήξης, υποστηρίζοντας έτσι την εξατομικευμένη διαχείριση των ασθενών.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η τρισδιάστατη ανακατασκευή ενισχύει την οπτικοποίηση των ανευρυσμάτων, ενώ τα προγνωστικά μοντέλα παρέχουν εξειδικευμένα εργαλεία για τη διαχείριση του κινδύνου ρήξης, υποστηρίζοντας την κλινική λήψη αποφάσεων..
Προϋποθέσεις	Απαιτείται συλλογή αξονικών ή μαγνητικών δεδομένων υψηλής ανάλυσης από τους ασθενείς, καθώς και πρόσβαση στο σύστημα προγνωστικών μοντέλων για να εφαρμοστούν οι κατάλληλες αναλύσεις.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης, το σύστημα παράγει ένα τρισδιάστατο μοντέλο του ανευρύσματος, καθώς και προγνωστικά δεδομένα για την εξέλιξη της νόσου, που υποστηρίζουν την κλινική αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Λήψη και εισαγωγή των απεικονιστικών δεδομένων του ασθενούς στο σύστημα. 2. Δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου της κοιλιακής αορτής. 3. Ανάλυση του μοντέλου με προγνωστικά εργαλεία για την αξιολόγηση της εξέλιξης της νόσου και του κινδύνου ρήξης.

Περίπτωση Χρήσης	Αναδρομικές και Προοπτικές Κλινικές Μελέτες
Χειριστές	Κλινικοί ερευνητές, Ιατρικό προσωπικό
Σύντομη Περιγραφή	Το σύστημα υποστηρίζει τη συλλογή και ανάλυση αναδρομικών και προοπτικών δεδομένων για τη μελέτη της εξέλιξης των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής. Αυτή η δυνατότητα παρέχει στους κλινικούς ερευνητές και το ιατρικό προσωπικό τη δυνατότητα να συγκεντρώσουν πολύτιμα στοιχεία για την ανάπτυξη ακριβέστερων εργαλείων πρόβλεψης της νόσου.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η υποστήριξη αναδρομικών και προοπτικών μελετών επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων από κλινικές μελέτες και την ανάλυσή τους για την ανάπτυξη προηγμένων προγνωστικών μοντέλων, με στόχο τη βελτίωση της ακρίβειας στη διαχείριση των ασθενών με ανευρύσματα.
Προϋποθέσεις	Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας, τα δεδομένα είναι συγκεντρωμένα και διαθέσιμα προς ανάλυση, συμβάλλοντας στη βελτίωση των προγνωστικών μοντέλων και παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες για την καλύτερη κατανόηση της εξέλιξης της νόσου.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Συγκεντρωμένα δεδομένα που συμβάλλουν στη βελτίωση των προγνωστικών μοντέλων.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Καταγραφή αναδρομικών και προοπτικών δεδομένων ασθενών στο σύστημα. 2. Ανάλυση των δεδομένων για τη δημιουργία και βελτίωση προγνωστικών εργαλείων που υποστηρίζουν την κλινική λήψη αποφάσεων.

Περίπτωση Χρήσης	Υποστήριξη Εξατομικευμένης Θεραπείας
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό
Σύντομη Περιγραφή	Το σύστημα παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις θεραπείας, λαμβάνοντας υπόψη τα μοναδικά δεδομένα του κάθε ασθενούς, όπως τη μορφολογία του ανευρύσματος και τους αιμοδυναμικούς δείκτες. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στο ιατρικό προσωπικό να προσεγγίζει τη θεραπεία με βάση τις ειδικές ανάγκες του ασθενούς, προωθώντας την εξατομικευμένη φροντίδα
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η υποστήριξη εξατομικευμένης θεραπείας εξασφαλίζει ότι οι θεραπευτικές αποφάσεις λαμβάνονται βάσει των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του κάθε ασθενούς, ενισχύοντας την ακρίβεια και αποτελεσματικότητα της θεραπευτικής προσέγγισης.
Προϋποθέσεις	Απαιτείται η καταχώρηση όλων των κλινικών και απεικονιστικών δεδομένων του ασθενούς στο σύστημα, προκειμένου να καταστούν διαθέσιμα για ανάλυση και αξιολόγηση.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας, το σύστημα παρέχει προτάσεις για εξατομικευμένη θεραπεία, οι οποίες βασίζονται στα ατομικά δεδομένα του ασθενούς και είναι διαθέσιμες στο ιατρικό προσωπικό για την υποστήριξη της λήψης κλινικών αποφάσεων.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων του ασθενούς στο σύστημα. 2. Ανάλυση των δεδομένων από το σύστημα για την αξιολόγηση της κατάστασης του ασθενούς. 3. Παροχή εξατομικευμένων προτάσεων θεραπείας στο ιατρικό προσωπικό, βάσει της ανάλυσης

Περίπτωση Χρήσης	Προγνωστική Εκτίμηση Κινδύνου Ρήξης
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό
Σύντομη Περιγραφή	Το σύστημα υποστηρίζει την προγνωστική εκτίμηση του κινδύνου ρήξης του ανευρύσματος, αξιοποιώντας γεωμετρικά και αιμοδυναμικά δεδομένα του ασθενούς. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στο ιατρικό προσωπικό να λαμβάνει τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με την ανάγκη για χειρουργική επέμβαση, με βάση την ακριβή εκτίμηση του κινδύνου.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η εκτίμηση κινδύνου ρήξης παρέχει μια ολοκληρωμένη και ακριβή αξιολόγηση, διευκολύνοντας τον γιατρό στην απόφαση για χειρουργική παρέμβαση, όπου κρίνεται απαραίτητο, και ενισχύοντας την ασφάλεια του ασθενούς.
Προϋποθέσεις	Απαιτείται η καταχώρηση των απαραίτητων απεικονιστικών δεδομένων, καθώς και άλλων κλινικών δεικτών του ασθενούς, προκειμένου να καταστούν διαθέσιμα για ανάλυση στο σύστημα.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας, το σύστημα παρέχει στον ιατρό εκτίμηση του κινδύνου ρήξης του ανευρύσματος, μαζί με τις σχετικές πληροφορίες για την υποστήριξη της απόφασης για θεραπευτική προσέγγιση ή επέμβαση.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων του ασθενούς στο σύστημα. 2. Εκτίμηση του κινδύνου ρήξης του ανευρύσματος μέσω προγνωστικών μοντέλων. 3. Παροχή των αποτελεσμάτων της εκτίμησης στον ιατρό για περαιτέρω αξιολόγηση και λήψη απόφασης.

Περίπτωση Χρήσης	Παρακολούθηση Ασθενών σε Πραγματικό Χρόνο με Φορητές Συσκευές
Χειριστές	Ιατρικό προσωπικό, Ασθενείς
Σύντομη Περιγραφή	Το σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση ασθενών σε πραγματικό χρόνο, συλλέγοντας σημαντικά δεδομένα όπως η αρτηριακή πίεση και η φυσική δραστηριότητα μέσω φορητών συσκευών. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στο ιατρικό προσωπικό να έχει συνεχή εικόνα της κατάστασης του ασθενούς και να παρεμβαίνει άμεσα όταν είναι απαραίτητο.
Κάλυψη λειτουργικών απαιτήσεων	Η δυνατότητα παρακολούθησης ασθενών σε πραγματικό χρόνο εξασφαλίζει τη συνεχή εποπτεία της κατάστασής τους, δίνοντας στο ιατρικό προσωπικό τη δυνατότητα για έγκαιρη και στοχευμένη παρέμβαση, όταν αυτή απαιτείται.
Προϋποθέσεις	Προκειμένου να λειτουργήσει η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, οι ασθενείς πρέπει να φορούν τις φορητές συσκευές και να είναι συνδεδεμένοι με το σύστημα, ώστε τα δεδομένα να μεταδίδονται άμεσα και χωρίς διακοπή.
Μετα-συνθήκες (κατάσταση εξόδου)	Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας, διασφαλίζεται η συνεχής ροή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο προς το ιατρικό προσωπικό, που τους επιτρέπει να παρακολουθούν την κατάσταση του ασθενούς και να αντιδρούν άμεσα αν εντοπιστεί ανάγκη.
Βασική ροή	<ol style="list-style-type: none"> 1. Εγκατάσταση και χρήση των φορητών συσκευών από τους ασθενείς. 2. Συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από τις συσκευές. 3. Αποστολή των δεδομένων στο σύστημα για ανάλυση και συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης των ασθενών από το ιατρικό προσωπικό.

10. Αξιολόγηση Σεναρίων Χρήσης, Περιπτώσεων Χρήσης και Απαιτήσεων Χρηστών

10.1 Σύνδεση Σεναρίων Χρήσης με Ανάγκες και Απαιτήσεις Χρηστών

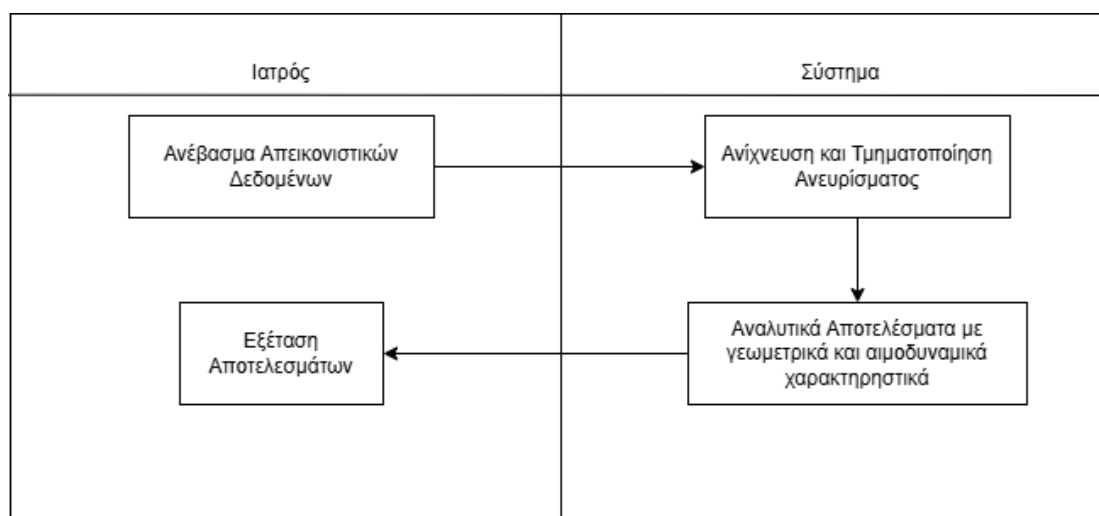
Η ανάπτυξη συστημάτων πληροφορικής που καλούνται να εξυπηρετήσουν σύνθετες κλινικές ανάγκες, όπως το **SAFE-AORTA**, προϋποθέτει την ακριβή κατανόηση και ανάλυση των απαιτήσεων των τελικών χρηστών. Οι απαιτήσεις αυτές περιλαμβάνουν τόσο λειτουργικά όσο και μη λειτουργικά χαρακτηριστικά, τα οποία πρέπει να καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών και να προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες συνθήκες του εκάστοτε συστήματος υγείας. Σε αυτό το πλαίσιο, τα σενάρια χρήσης και οι περιπτώσεις χρήσης διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο.

Η σωστή σύνδεση των σεναρίων χρήσης με τις ανάγκες και απαιτήσεις των χρηστών είναι καθοριστική για την επιτυχημένη υλοποίηση του έργου. Τα σενάρια χρήσης αποτελούν αναπαραστάσεις των αλληλεπιδράσεων των χρηστών με το σύστημα και περιγράφουν πώς οι χρήστες επιτυγχάνουν τους στόχους τους. Τα συγκεκριμένα σενάρια επιτρέπουν στους σχεδιαστές να κατανοήσουν τις ανάγκες των χρηστών και να μεταφράσουν αυτές τις ανάγκες σε συγκεκριμένες απαιτήσεις του συστήματος. Με βάση αυτά, οι περιπτώσεις χρήσης αναπτύσσονται για να περιγράψουν συγκεκριμένα πώς το σύστημα θα υλοποιήσει αυτές τις απαιτήσεις.

10.1.1 Σενάρια Χρήσης και Περιπτώσεις Χρήσης

Τα σενάρια χρήσης και οι περιπτώσεις χρήσης αποτελούν βασικά εργαλεία ανάλυσης των απαιτήσεων ενός συστήματος, προσφέροντας δομημένες περιγραφές των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του συστήματος και των χρηστών. Στο πλαίσιο του έργου **SAFE-AORTA**, η κατανόηση αυτών των αλληλεπιδράσεων είναι ζωτικής σημασίας για τη δημιουργία ενός αξιόπιστου και αποτελεσματικού συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων για τη διαχείριση της νόσου των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής (ΑΚΑ).

Σενάριο Χρήσης: Αυτόματη Ανάλυση Απεικονιστικών Δεδομένων



Η αυτόματη ανάλυση των απεικονιστικών δεδομένων, όπως αξονικές τομογραφίες ή μαγνητικές αγγειογραφίες, αποτελεί μία από τις βασικές λειτουργίες του συστήματος. Το σύστημα

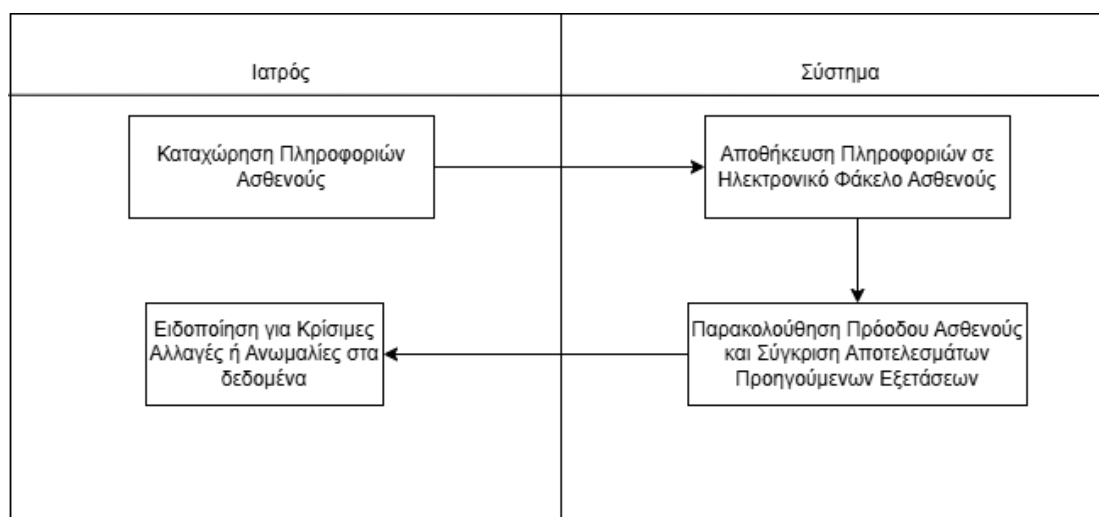
επιτρέπει στους γιατρούς να ανεβάζουν απεικονιστικά δεδομένα των ασθενών και, μέσω αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης, γίνεται η ανάλυση και η αναγνώριση των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής. Η αυτοματοποίηση αυτή μειώνει τον χρόνο ανάλυσης και αυξάνει την ακρίβεια της διάγνωσης.

Βασικά Βήματα:

- ➔ Ο γιατρός ανεβάζει απεικονιστικά δεδομένα του ασθενούς στο σύστημα.
- ➔ Το σύστημα ανιχνεύει και τμηματοποιεί το ανεύρυσμα.
- ➔ Παρέχονται αναλυτικά αποτελέσματα με γεωμετρικά και αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.
- ➔ Ο γιατρός εξετάζει τα αποτελέσματα και τα χρησιμοποιεί για περαιτέρω κλινικές αποφάσεις.

Με αυτόν τον τρόπο ο σύστημα είναι σε θέση να παρέχει γρήγορη και ακριβή ανάλυση των απεικονιστικών δεδομένων, μειώνοντας τον χρόνο διάγνωσης και αυξάνοντας την ακρίβεια της εκτίμησης του ανευρύσματος.

Σενάριο Χρήσης: Οργάνωση Εξετάσεων Ασθενών



Το **SAFE-AORTA** επιτρέπει στους γιατρούς να οργανώνουν και να παρακολουθούν τις εξετάσεις των ασθενών με ΑΚΑ. Οι γιατροί μπορούν να καταχωρούν διάφορες απεικονιστικές εξετάσεις (π.χ., αξονικές τομογραφίες, υπερηχογραφήματα), να παρακολουθούν την εξέλιξη της νόσου και να έχουν πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες του ιστορικού του ασθενούς. Η οργάνωση αυτή επιτρέπει τη συνεχή ενημέρωση για την κατάσταση του ασθενούς και την έγκαιρη λήψη αποφάσεων.

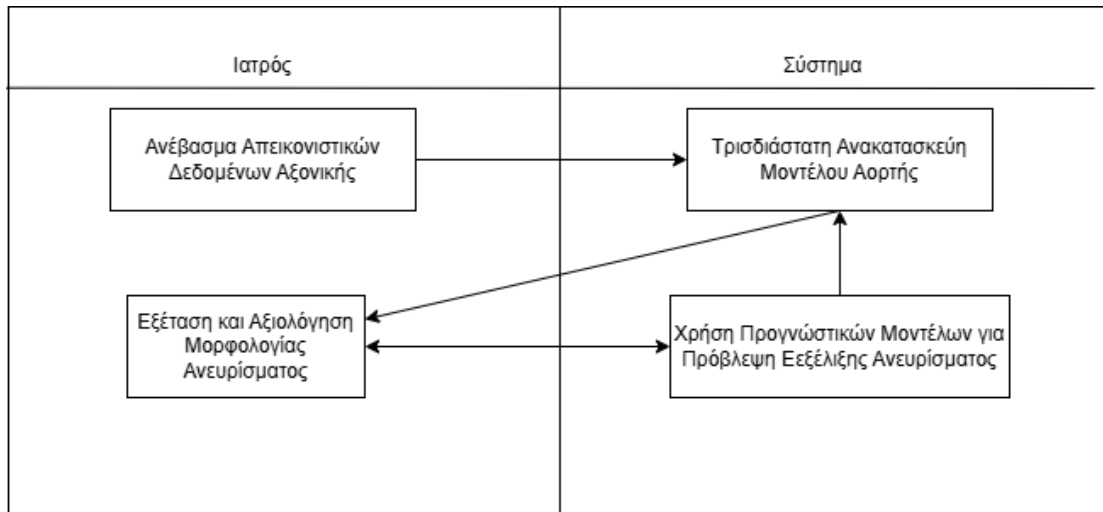
Βασικά Βήματα:

- ➔ Ο γιατρός καταχωρεί τις πληροφορίες του ασθενούς στο σύστημα.
- ➔ Οι εξετάσεις του ασθενούς αποθηκεύονται σε έναν ατομικό ηλεκτρονικό φάκελο ασθενούς (ΗΦΑ).
- ➔ Ο γιατρός παρακολουθεί την πρόοδο του ασθενούς συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από προηγούμενες εξετάσεις.

- ➔ Το σύστημα ειδοποιεί τον γιατρό για οποιεσδήποτε κρίσιμες αλλαγές ή ανωμαλίες στα δεδομένα των εξετάσεων.

Με αυτόν τον τρόπο το σύστημα διασφαλίζει την πλήρη καταγραφή και εύκολη πρόσβαση σε όλα τα ιατρικά δεδομένα των ασθενών, διευκολύνοντας τη συνεχή παρακολούθηση και την ενημέρωση της κατάστασής τους.

Σενάριο Χρήσης: Τρισδιάστατη Ανακατασκευή και Προγνωστικά Μοντέλα



Το **SAFE-AORTA** επιτρέπει την τρισδιάστατη ανακατασκευή του ανευρύσματος της κοιλιακής αορτής από τα απεικονιστικά δεδομένα και τη χρήση προγνωστικών μοντέλων για την εκτίμηση της εξέλιξης του ανευρύσματος. Η τρισδιάστατη αναπαράσταση βοηθά τους γιατρούς να κατανοήσουν καλύτερα τη δομή του ανευρύσματος και να λάβουν πιο στοχευμένες αποφάσεις για την περαιτέρω διαχείριση του ασθενούς.

Βασικά Βήματα:

- ➔ Ο γιατρός εισάγει τα δεδομένα από την αξονική ή μαγνητική τομογραφία.
- ➔ Το σύστημα δημιουργεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο της αορτής και του ανευρύσματος.
- ➔ Ο γιατρός εξετάζει την τρισδιάστατη αναπαράσταση για να αξιολογήσει τη μορφολογία του ανευρύσματος.
- ➔ Το σύστημα χρησιμοποιεί τα προγνωστικά μοντέλα για να προβλέψει την πιθανή εξέλιξη του ανευρύσματος.

Η παροχή τρισδιάστατης αναπαράστασης και ακριβών προγνωστικών για την εξέλιξη της νόσου, βελτιώνοντας την κατανόηση των γιατρών για την κατάσταση του ασθενούς.

Σενάριο Χρήσης: Υποστήριξη Εξατομικευμένης Θεραπείας

Το **SAFE-AORTA** παρέχει στους γιατρούς πληροφορίες για την εξατομικευμένη θεραπεία των ασθενών, βασιζόμενες στα προσωπικά δεδομένα του κάθε ασθενούς και στην ανάλυση που πραγματοποιείται από το σύστημα. Οι γιατροί μπορούν να έχουν πρόσβαση σε προτάσεις

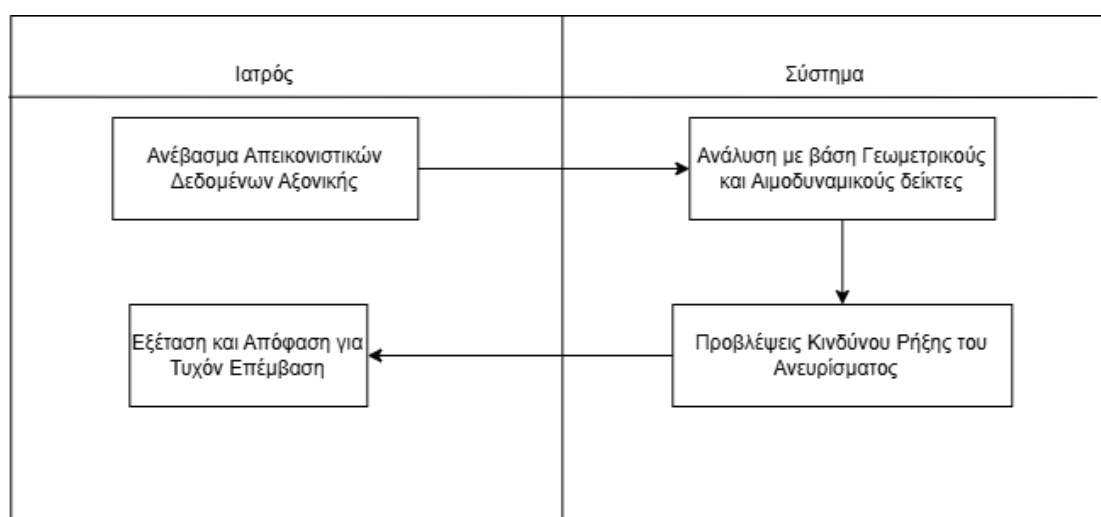
θεραπείας που είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά του ασθενούς, βελτιώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της θεραπείας.

Βασικά Βήματα:

- ➔ Ο γιατρός εισάγει τα δεδομένα του ασθενούς (απεικονιστικά, κλινικά και δημογραφικά στοιχεία).
- ➔ Το σύστημα αναλύει τα δεδομένα και προτείνει τις κατάλληλες θεραπευτικές επιλογές.
- ➔ Ο γιατρός εξετάζει τις προτάσεις του συστήματος και επιλέγει την καταλληλότερη θεραπευτική προσέγγιση.
- ➔ Ο γιατρός εφαρμόζει την εξατομικευμένη θεραπεία στον ασθενή.

Επιθυμητός στόχος είναι η παροχή εξατομικευμένων προτάσεων θεραπείας, βασισμένων στα χαρακτηριστικά του κάθε ασθενούς, συμβάλλοντας στη βέλτιστη διαχείριση της κατάστασης του ασθενούς.

Σενάριο Χρήσης: Προγνωστική Εκτίμηση Κινδύνου Ρήξης



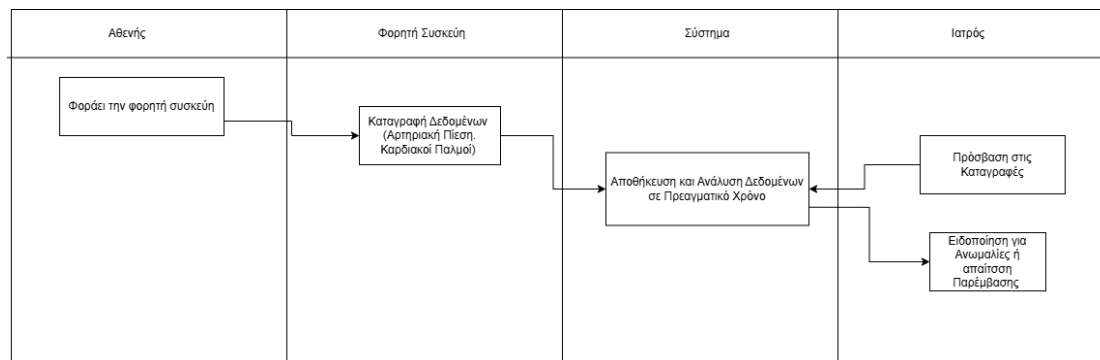
Το σύστημα **SAFE-AORTA** επιτρέπει στους γιατρούς να αξιολογούν τον κίνδυνο ρήξης του ανευρύσματος κοιλιακής αορτής με βάση γεωμετρικούς και αιμοδυναμικούς δείκτες που εξάγονται από τις απεικονίσεις του ανευρύσματος. Αυτό βοηθά τους γιατρούς να αποφασίσουν αν ο ασθενής πρέπει να υποβληθεί σε επέμβαση ή αν μπορεί να συνεχιστεί η παρακολούθηση.

Βασικά Βήματα:

- ➔ Ο γιατρός εισάγει τα απεικονιστικά δεδομένα του ασθενούς.
- ➔ Το σύστημα εκτελεί ανάλυση με βάση τους γεωμετρικούς και αιμοδυναμικούς δείκτες.
- ➔ Παρέχονται προβλέψεις για τον κίνδυνο ρήξης του ανευρύσματος.
- ➔ Ο γιατρός εξετάζει τα αποτελέσματα και αποφασίζει αν απαιτείται άμεση χειρουργική παρέμβαση.

Το επιθυμητό αποτέλεσμα αυτού του σεναρίου χρήσης είναι η ακριβής εκτίμηση του κινδύνου ρήξης, βοηθώντας τους γιατρούς να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για το αν θα προχωρήσουν σε χειρουργική επέμβαση ή θα συνεχίσουν τη συντηρητική παρακολούθηση.

Σενάριο Χρήσης: Παρακολούθηση Ασθενών σε Πραγματικό Χρόνο με Φορητές Συσκευές



Το σύστημα **SAFE-AORTA** επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση των ασθενών μέσω φορητών συσκευών (wearables), οι οποίες συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και αφορούν σημαντικούς δείκτες υγείας, όπως η αρτηριακή πίεση και ο καρδιακός ρυθμός. Αυτή η παρακολούθηση δίνει τη δυνατότητα στους γιατρούς να παρακολουθούν την κατάσταση των ασθενών σε πραγματικό χρόνο και να εντοπίζουν έγκαιρα οποιεσδήποτε επιπλοκές.

Βασικά Βήματα:

- ➔ Ο ασθενής φοράει τη φορητή συσκευή.
- ➔ Η συσκευή καταγράφει δεδομένα όπως αρτηριακή πίεση και καρδιακούς παλμούς σε πραγματικό χρόνο.
- ➔ Τα δεδομένα μεταφέρονται στο σύστημα **SAFE-AORTA**.
- ➔ Ο γιατρός έχει πρόσβαση στα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και παρακολουθεί την κατάσταση του ασθενούς.
- ➔ Το σύστημα ειδοποιεί τον γιατρό για τυχόν ανωμαλίες ή ανησυχητικά δεδομένα.

Αυτο το σενάριο χρήσης στοχεύει στη συνεχή και άμεση παρακολούθηση της υγείας των ασθενών, επιτρέποντας την έγκαιρη παρέμβαση σε περίπτωση ανάγκης.

10.1.2 Υπο-σενάρια Χρήσης και Εμπλεκόμενοι Δράστες

Οι περιπτώσεις χρήσης είναι πιο εκτενείς τα υπο-σενάρια χρήσης, τα οποία αναλύουν τις λειτουργίες του συστήματος **SAFE-AORTA**. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διάσπασης συγκεκριμένων αλληλεπιδράσεων και διαδικασιών που εμπλέκονται σε κάθε κύρια περίπτωση χρήσης. Σε αυτό το πλαίσιο, ένα υπο-σενάριο χρήσης στο έργο **SAFE-AORTA** αναφέρεται σε μια αλληλεπίδραση που είναι πιο συγκεκριμένη ή εξειδικευμένη σε σύγκριση με τις γενικές περιπτώσεις χρήσης. Τα υπο-σενάρια χρήσης περιγράφουν τις κύριες διαδικασίες με την ανάλυση των ενεργειών των χρηστών, προκειμένου να καταγραφούν οι λειτουργίες του συστήματος με μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Παρακάτω παρέχεται μια περιγραφή των βασικών υπο-σεναρίων χρήσης που σχετίζονται με το έργο **SAFE-AORTA**.

Υπο-σενάρια για την αυτόματη ανάλυση απεικονιστικών δεδομένων

- ➔ **Εισαγωγή Απεικονιστικών Δεδομένων:** Ο ιατρός ξεκινά τη διαδικασία εισάγοντας τις αξονικές ή μαγνητικές τομογραφίες του ασθενούς στο σύστημα **SAFE-AORTA**. Στη συνέχεια, τα δεδομένα απεικόνισης μεταφορτώνονται στο σύστημα μέσω μιας διεπαφής που είναι φιλική προς τον χρήστη και υποστηρίζει διαφορετικούς τύπους αρχείων απεικόνισης (π.χ. DICOM). Η διαδικασία αυτή διασφαλίζει ότι τα δεδομένα που εισάγονται στο σύστημα είναι πλήρη και ακριβή, διασφαλίζοντας τη σωστή ανάλυση. Ο ιατρός μπορεί επίσης να προσθέσει επιπλέον πληροφορίες σχετικά με την κλινική εικόνα του ασθενούς, οι οποίες μπορεί να είναι χρήσιμες για την ανάλυση των απεικονιστικών δεδομένων.
- ➔ **Επεξεργασία και Τμηματοποίηση Δεδομένων:** Μετά την εισαγωγή των απεικονιστικών δεδομένων, το σύστημα εκτελεί αυτόματα την ανάλυση των εικόνων. Χρησιμοποιώντας αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης (AI) και μηχανικής μάθησης, το σύστημα είναι σε θέση να εντοπίζει τη παρουσία ανευρύσματος στην αορτή και το διαχωρίζει από τον υπόλοιπο ιστό. Η τμηματοποίηση αυτή επιτρέπει τη λεπτομερή απεικόνιση της δομής του ανευρύσματος, προσδιορίζοντας το ακριβές μέγεθος, τη θέση και το σχήμα του. Αυτή η διαδικασία είναι κρίσιμη για την αξιολόγηση του ανευρύσματος, καθώς η ακριβής τμηματοποίηση βοηθά στον προσδιορισμό των επόμενων βημάτων για τη θεραπεία του ασθενούς.
- ➔ **Εξαγωγή Γεωμετρικών και Αιμοδυναμικών Δεικτών:** Μετά την ολοκλήρωση της τμηματοποίησης, το σύστημα προχωρά στην εξαγωγή σημαντικών γεωμετρικών και αιμοδυναμικών δεικτών που σχετίζονται με το ανεύρυσμα. Οι γεωμετρικοί δείκτες περιλαμβάνουν το μήκος, τη διάμετρο και την καμπυλότητα του ανευρύσματος, ενώ οι αιμοδυναμικοί δείκτες αφορούν τη ροή του αίματος στην περιοχή του ανευρύσματος. Αυτοί οι δείκτες είναι απαραίτητοι για την εκτίμηση του κινδύνου ρήξης και την πρόβλεψη της εξέλιξης της κατάστασης του ασθενούς. Η ακριβής εξαγωγή αυτών των δεδομένων βελτιώνει τη διαγνωστική ακρίβεια και επιτρέπει την ακριβή παρακολούθηση της νόσου με την πάροδο του χρόνου.
- ➔ **Παρουσίαση Αποτελεσμάτων στον Ιατρό:** Μόλις ολοκληρωθεί η ανάλυση και η εξαγωγή των δεικτών, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον ιατρό μέσω μιας γραφικής απεικόνισης που περιλαμβάνει τρισδιάστατα μοντέλα του ανευρύσματος και των γύρω αγγείων. Έπειτα, ο ιατρός μπορεί να δει λεπτομερώς τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ανευρύσματος και τις αλλαγές στη ροή του αίματος, καθώς και να συγκρίνει τα αποτελέσματα με προηγούμενες εξετάσεις. Παράλληλα, το σύστημα παρέχει συνοδευτικές πληροφορίες, όπως προγνωστικούς δείκτες κινδύνου ρήξης, οι οποίοι βοηθούν τον ιατρό στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με την παρακολούθηση ή τη θεραπεία του ασθενούς.

Υπο-σενάρια για την Οργάνωση Εξετάσεων Ασθενών

- ➔ **Καταχώρηση Νέου Ασθενούς:** Ο ιατρός ή το νοσηλευτικό προσωπικό ξεκινά τη διαδικασία καταχώρησης ενός νέου ασθενούς στο σύστημα **SAFE-AORTA**. Κατά την καταχώρηση, δημιουργείται ένας ηλεκτρονικός φάκελος που περιλαμβάνει βασικές πληροφορίες, όπως το όνομα, την ηλικία, το ιατρικό ιστορικό και τα βασικά δημογραφικά δεδομένα του ασθενούς. Ο φάκελος αυτός αποτελεί τη βάση για τη διαχείριση όλων των ιατρικών δεδομένων του ασθενούς και ενημερώνεται σε κάθε νέα εξέταση ή θεραπεία, διασφαλίζοντας πλήρη και διαφανή παρακολούθηση της υγείας του ασθενούς.

- ➔ **Ενημέρωση Ιατρικών Δεδομένων:** Αφού δημιουργηθεί ο ηλεκτρονικός φάκελος, είτε ο ιατρός είτε το νοσηλευτικό προσωπικό καταχωρεί τα αποτελέσματα των εξετάσεων στον φάκελο του ασθενούς. Αυτά τα δεδομένα μπορεί να περιλαμβάνουν απεικονιστικά δεδομένα, αποτελέσματα αιματολογικών εξετάσεων και άλλες κλινικές πληροφορίες. Το σύστημα επιτρέπει την ταχεία και ασφαλή εισαγωγή των δεδομένων, ενώ εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα αποθηκεύονται με ασφαλή τρόπο και είναι προσβάσιμα από τους εξουσιοδοτημένους χρήστες. Η διαρκής ενημέρωση του φακέλου βοηθά στη συνεχή και ολοκληρωμένη παρακολούθηση της κατάστασης του ασθενούς.
- ➔ **Συγκριτική Αξιολόγηση Εξετάσεων:** Το σύστημα **SAFE-AORTA** παρέχει τη δυνατότητα συγκριτικής αξιολόγησης των εξετάσεων. Ο ιατρός μπορεί να συγκρίνει τις πιο πρόσφατες εξετάσεις με προηγούμενες, προκειμένου να αξιολογήσει την εξέλιξη της νόσου του ασθενούς. Μέσα από τη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων, ο ιατρός μπορεί να αναγνωρίσει τυχόν μεταβολές στη μορφολογία του ανευρύσματος, στην αιμοδυναμική κατάσταση του ασθενούς ή σε άλλους κλινικούς δείκτες, κάτι που διευκολύνει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με την πορεία της θεραπείας.
- ➔ **Ειδοποιήσεις για Κρίσιμες Αλλαγές:** Το σύστημα **SAFE-AORTA** ενσωματώνει λειτουργία αυτόματων ειδοποιήσεων για τον ιατρό σε περίπτωση που ανιχνευθούν κρίσιμες αλλαγές στα αποτελέσματα των εξετάσεων του ασθενούς. Αν το σύστημα εντοπίσει κάποια ανησυχητική μεταβολή, όπως αύξηση του μεγέθους του ανευρύσματος ή σημαντικές αλλαγές στους αιμοδυναμικούς δείκτες, στέλνει άμεση ειδοποίηση στον ιατρό. Αυτό επιτρέπει την έγκαιρη παρέμβαση, μειώνοντας τον κίνδυνο επιπλοκών και βελτιώνοντας τη συνολική φροντίδα του ασθενούς.

Υπο-σενάρια για την Τρισδιάστατη Ανακατασκευή και Προγνωστικά Μοντέλα

- ➔ **Δημιουργία Τρισδιάστατου Μοντέλου:** Το σύστημα δημιουργεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο της αορτής και του ανευρύσματος, βασισμένο στα εισαχθέντα απεικονιστικά δεδομένα (π.χ., αξονικές τομογραφίες ή μαγνητικές αγγειογραφίες). Αυτή η τρισδιάστατη αναπαράσταση επιτρέπει στους ιατρούς να έχουν μια ακριβή οπτική εικόνα της μορφολογίας του ανευρύσματος, διευκολύνοντας την καλύτερη κατανόηση της έκτασης και του σχήματος της ανωμαλίας. Η τρισδιάστατη απεικόνιση συμβάλλει στην ακριβή εκτίμηση της κατάστασης και είναι κρίσιμη για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη χειρουργική αντιμετώπιση ή την παρακολούθηση.
- ➔ **Χρήση Προγνωστικών Μοντέλων:** Το σύστημα εφαρμόζει προγνωστικά μοντέλα με βάση τα γεωμετρικά και αιμοδυναμικά δεδομένα που εξάγονται από τις εικόνες. Αυτά τα μοντέλα εκτιμούν την πιθανή εξέλιξη του ανευρύσματος, όπως την αύξηση του μεγέθους του ή την πιθανότητα ρήξης. Τα προγνωστικά μοντέλα βασίζονται σε στατιστικά στοιχεία και επιστημονικά δεδομένα, παρέχοντας στους ιατρούς σημαντικές πληροφορίες για τον καθορισμό της βέλτιστης θεραπευτικής προσέγγισης. Η χρήση αυτών των μοντέλων επιτρέπει την ακριβέστερη και τεκμηριωμένη εκτίμηση του κινδύνου.
- ➔ **Προσαρμογή Μοντέλου με Νέα Δεδομένα:** Το τρισδιάστατο μοντέλο και τα προγνωστικά στοιχεία ενημερώνονται συνεχώς με κάθε νέα απεικονιστική εξέταση ή κλινική πληροφορία που εισάγεται στο σύστημα. Αυτό εξασφαλίζει ότι οι προγνώσεις του συστήματος είναι πάντα ενημερωμένες και βασίζονται στις πιο πρόσφατες πληροφορίες για τον ασθενή. Η δυνατότητα αυτή παρέχει στους ιατρούς τη δυνατότητα να αξιολογούν την εξέλιξη της νόσου σε πραγματικό χρόνο και να προσαρμόζουν τη

θεραπευτική προσέγγιση με βάση τις αλλαγές που παρατηρούνται στην πορεία του ανευρύσματος.

Υπο-σενάρια για την υποστήριξη εξατομικευμένης θεραπείας

- ➔ **Ανάλυση Δεδομένων Ασθενούς:** Το σύστημα **SAFE-AORTA** αναλύει τα κλινικά και απεικονιστικά δεδομένα του ασθενούς για να παρέχει εξατομικευμένες προτάσεις θεραπείας. Αυτή η ανάλυση περιλαμβάνει τη μελέτη των απεικονιστικών εξετάσεων, όπως αξονικές τομογραφίες, καθώς και των κλινικών δεικτών, όπως η ηλικία, το φύλο και το ιατρικό ιστορικό του ασθενούς. Η συνδυαστική επεξεργασία των δεδομένων αυτών επιτρέπει στο σύστημα να κατανοήσει πλήρως την κατάσταση του ασθενούς και να υποδείξει την πιο κατάλληλη θεραπευτική προσέγγιση με βάση τα χαρακτηριστικά της νόσου.
- ➔ **Πρόταση Θεραπευτικών Επιλογών:** Το σύστημα προχωρά στην πρόταση εξατομικευμένων θεραπευτικών επιλογών, βασιζόμενο στα δεδομένα που έχουν αναλυθεί. Αυτές οι θεραπείες μπορεί να περιλαμβάνουν συντηρητική παρακολούθηση, φαρμακευτική αγωγή ή χειρουργική επέμβαση. Κάθε πρόταση συνοδεύεται από τεκμηριωμένες πληροφορίες που υποστηρίζουν την επιλογή της συγκεκριμένης θεραπευτικής οδού, λαμβάνοντας υπόψη τις μοναδικές ανάγκες του ασθενούς και τα προγνωστικά μοντέλα του συστήματος. Οι ιατροί μπορούν να εξετάσουν τις προτεινόμενες επιλογές και να αξιολογήσουν την καταλληλότητά τους για τον ασθενή.
- ➔ **Τεκμηρίωση Θεραπευτικών Αποφάσεων:** Αφού εξεταστούν οι προτεινόμενες θεραπείες, ο ιατρός επιλέγει την καταλληλότερη θεραπευτική προσέγγιση και την καταγράφει στο σύστημα. Αυτή η τεκμηρίωση περιλαμβάνει την αιτιολόγηση της επιλογής, καθώς και τα δεδομένα που στηρίζουν την απόφαση. Η καταγραφή των θεραπευτικών αποφάσεων διασφαλίζει τη διαφάνεια στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και επιτρέπει την παρακολούθηση της πορείας της θεραπείας με βάση τις επιλογές που έχουν ληφθεί. Αυτό συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη και συνεχή διαχείριση της κατάστασης του ασθενούς.

Υπο-σενάρια για τη προγνωστική εκτίμηση κινδύνου ρήξης

- ➔ **Υπολογισμός Κινδύνου Ρήξης:** Το σύστημα **SAFE-AORTA** αναλύει γεωμετρικούς και αιμοδυναμικούς δείκτες του ανευρύσματος προκειμένου να εκτιμήσει τον κίνδυνο ρήξης. Οι γεωμετρικοί δείκτες, όπως το μέγεθος και η καμπυλότητα του ανευρύσματος, σε συνδυασμό με αιμοδυναμικούς παράγοντες, όπως η ταχύτητα και η πίεση της ροής του αίματος, αξιολογούνται από το σύστημα. Αυτά τα δεδομένα βοηθούν στην κατανόηση της πίεσης που ασκείται στο ΑΚΑ και της πιθανότητας να ραγεί. Ο ακριβής υπολογισμός του κινδύνου ρήξης είναι κρίσιμος για τον καθορισμό της θεραπευτικής προσέγγισης και τη λήψη έγκαιρων αποφάσεων για τον ασθενή.
- ➔ **Ειδοποίηση Υψηλού Κινδύνου:** Σε περίπτωση που η ανάλυση του συστήματος δείξει ότι ο κίνδυνος ρήξης του ανευρύσματος είναι υψηλός, αποστέλλεται αυτόματα ειδοποίηση στον ιατρό. Αυτή η ειδοποίηση εξασφαλίζει ότι ο ιατρός ενημερώνεται άμεσα για την κρίσιμη κατάσταση του ασθενούς και μπορεί να λάβει γρήγορα μέτρα. Το σύστημα παρέχει ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο, ώστε να μη χάνεται πολύτιμος χρόνος για τη διαχείριση του υψηλού κινδύνου, επιτρέποντας έτσι την άμεση προσαρμογή της θεραπείας ή την προγραμματισμένη χειρουργική παρέμβαση.

➔ **Παρουσίαση Προγνωστικών Δεδομένων:** Το σύστημα παρουσιάζει στον ιατρό αναλυτικά προγνωστικά δεδομένα που βασίζονται στη στατιστική ανάλυση της πιθανότητας ρήξης του ανευρύσματος. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν προβλέψεις που δείχνουν την εξέλιξη του ανευρύσματος σε σχέση με τους γεωμετρικούς και αιμοδυναμικούς δείκτες, επιτρέποντας στον ιατρό να κατανοήσει καλύτερα τη σοβαρότητα της κατάστασης και να λάβει τεκμηριωμένες αποφάσεις. Η σαφής και εύληπτη παρουσίαση αυτών των δεδομένων μέσω γραφημάτων και αναφορών βοηθά τον ιατρό να παρακολουθεί την πρόοδο της νόσου και να προσαρμόζει τη θεραπευτική προσέγγιση αναλόγως.

Υπο-σενάρια για την παρακολούθηση Ασθενών σε Πραγματικό Χρόνο με Φορητές Συσκευές

➔ **Συλλογή Δεδομένων σε Πραγματικό Χρόνο:** Οι φορητές συσκευές που φέρει ο ασθενής, όπως συσκευές μέτρησης αρτηριακής πίεσης ή συσκευές καταγραφής καρδιακού ρυθμού, καταγράφουν συνεχώς και σε πραγματικό χρόνο δεδομένα σχετικά με την υγεία του ασθενούς. Τα δεδομένα αυτά μεταφέρονται απευθείας στο σύστημα **SAFE-AORTA** μέσω ασφαλών πρωτοκόλλων επικοινωνίας, επιτρέποντας στους ιατρούς να έχουν πρόσβαση σε ενημερωμένες πληροφορίες για την κατάσταση του ασθενούς. Αυτή η διαδικασία διασφαλίζει τη συνεχή παρακολούθηση της υγείας του ασθενούς, ακόμα και εκτός των κλινικών συνθηκών, όπως κατά τη διάρκεια της καθημερινής του ζωής.

➔ **Ανάλυση Δεδομένων Φορητών Συσκευών:** Το σύστημα **SAFE-AORTA** επεξεργάζεται και αναλύει τα δεδομένα που συλλέγονται από τις φορητές συσκευές σε πραγματικό χρόνο. Μέσω εξελιγμένων αλγορίθμων, το σύστημα αξιολογεί την κατάσταση του ασθενούς, ανιχνεύοντας τυχόν ανησυχητικές αποκλίσεις από τα φυσιολογικά όρια, όπως ασυνήθιστα υψηλή αρτηριακή πίεση ή ανωμαλίες στον καρδιακό ρυθμό. Η ανάλυση αυτή βοηθάει τον ιατρό να έχει μια ακριβή και επικαιροποιημένη εικόνα της κατάστασης του ασθενούς, ώστε να προβεί σε έγκαιρες παρεμβάσεις εάν κριθεί απαραίτητο.

➔ **Ειδοποίηση για Κρίσιμες Μεταβολές:** Σε περίπτωση που η ανάλυση των δεδομένων ανιχνεύσει κρίσιμες μεταβολές στην κατάσταση του ασθενούς, το σύστημα αποστέλλει άμεσα ειδοποιήσεις στον ιατρό. Αυτές οι ειδοποιήσεις επιτρέπουν στον ιατρό να ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο για τυχόν επιπλοκές ή ανησυχητικά σημεία που μπορεί να υποδεικνύουν επιδείνωση της υγείας του ασθενούς, όπως υπερτασική κρίση ή καρδιακή αρρυθμία. Οι ειδοποιήσεις εξασφαλίζουν την άμεση παρέμβαση για την αντιμετώπιση της κατάστασης, μειώνοντας τον κίνδυνο σοβαρών επιπλοκών.

➔ **Καταγραφή και Ιστορικό Δεδομένων:** Το σύστημα **SAFE-AORTA** διατηρεί λεπτομερές ιστορικό όλων των δεδομένων που συλλέγονται από τις φορητές συσκευές του ασθενούς. Αυτά τα δεδομένα αποθηκεύονται με ασφαλή τρόπο και είναι διαθέσιμα στον ιατρό για μελλοντική αναφορά και ανάλυση. Η δυνατότητα ανασκόπησης του ιστορικού παρέχει στους ιατρούς μια ολοκληρωμένη εικόνα της πορείας της υγείας του ασθενούς, επιτρέποντάς τους να ανιχνεύουν μακροπρόθεσμες τάσεις ή μοτίβα, τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη θεραπεία του ασθενούς.

10.2 Σύνδεση Υπο-σεναρίων Χρήσης με Στόχους του Έργου

Τα υπο-σενάρια χρήσης συνδέονται άμεσα με τους στόχους του έργου **SAFE-AORTA**, καθιστώντας δυνατή την δημιουργία ενός ευρείας κλίμακας συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων. Κάθε ένα από αυτά τα υπο-σενάρια χρήσης εκφράζει συγκεκριμένες λειτουργίες του συστήματος που οδηγούν άμεσα στην επίτευξη των κύριων στόχων του έργου, όπως η ακριβής διάγνωση, η εξατομικευμένη θεραπεία ανάλογα με τον κάθε ασθενή, και ακόμη και η παρακολούθηση του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο. Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει πώς τα υπο-σενάρια χρήσης συνδέονται με τους κλινικούς στόχους του **SAFE-AORTA**, οι οποίοι μπορούν να βελτιώσουν τη διαγνωστική και θεραπευτική αποτελεσματικότητα καθώς και την ασφάλεια των ασθενών.

Υπο-σενάριο Χρήσης	Στόχος Έργου	Περιγραφή Λειτουργίας
Αυτόματη Ανάλυση Απεικονιστικών Δεδομένων	Βελτίωση διάγνωσης	Το σύστημα αναλύει αυτόματα τα απεικονιστικά δεδομένα του ασθενούς (π.χ. αξονικές ή μαγνητικές τομογραφίες) για ακριβέστερη διάγνωση του ανευρύσματος κοιλιακής αορτής (ΑΚΑ).
Εξαγωγή Γεωμετρικών και Αιμοδυναμικών Δεικτών	Βελτίωση διάγνωσης & εκτίμηση κινδύνου	Από την αυτόματη ανάλυση των απεικονιστικών δεδομένων εξάγονται σημαντικοί γεωμετρικοί και αιμοδυναμικοί δείκτες, συμβάλλοντας στην εκτίμηση του κινδύνου ρήξης του ανευρύσματος.
Ανάλυση Δεδομένων Ασθενούς	Εξατομίκευση θεραπείας	Το σύστημα αναλύει κλινικά και απεικονιστικά δεδομένα του ασθενούς και προτείνει εξατομικευμένες θεραπείες με βάση τα χαρακτηριστικά του.
Πρόταση Θεραπευτικών Επιλογών	Εξατομίκευση θεραπείας	Προτείνει εξατομικευμένες θεραπευτικές επιλογές που ταιριάζουν στις ατομικές ανάγκες του ασθενούς, διευκολύνοντας τη λήψη τεκμηριωμένων κλινικών αποφάσεων.
Τεκμηρίωση Θεραπευτικών Αποφάσεων	Ενίσχυση κλινικής διαχείρισης	Καταγράφονται οι θεραπευτικές αποφάσεις που λαμβάνονται από τον ιατρό, παρέχοντας πλήρη διαφάνεια και διευκόλυνση της παρακολούθησης της θεραπείας.

Παρακολούθηση Ασθενών σε Πραγματικό Χρόνο	Συνεχής παρακολούθηση & πρόληψη επιπλοκών	Φορητές συσκευές παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο σημαντικούς δείκτες υγείας, όπως αρτηριακή πίεση και καρδιακό ρυθμό, παρέχοντας συνεχή ροή δεδομένων στο σύστημα SAFE-AORTA.
Ανάλυση Δεδομένων Φορητών Συσκευών	Συνεχής παρακολούθηση & έγκαιρη διάγνωση	Το σύστημα αναλύει τα δεδομένα που συλλέγονται από τις φορητές συσκευές, αξιολογώντας την κατάσταση του ασθενούς και ανιχνεύοντας πιθανές επιπλοκές.
Ειδοποίηση για Κρίσιμες Μεταβολές	Έγκαιρη παρέμβαση & βελτίωση ασφάλειας ασθενούς	Σε περίπτωση ανίχνευσης ανησυχητικών μεταβολών στα δεδομένα, το σύστημα ειδοποιεί άμεσα τον ιατρό, επιτρέποντας την άμεση παρέμβαση και την αποτροπή επιπλοκών.
Καταγραφή και Ιστορικό Δεδομένων	Βελτίωση κλινικής παρακολούθησης	Το σύστημα διατηρεί πλήρες ιστορικό των δεδομένων του ασθενούς, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων από φορητές συσκευές, για τη μακροπρόθεσμη παρακολούθηση της υγείας του.
Υπολογισμός Κινδύνου Ρήξης	Εκτίμηση κινδύνου & λήψη αποφάσεων	Το σύστημα αξιολογεί τους γεωμετρικούς και αιμοδυναμικούς δείκτες του ανευρύσματος και υπολογίζει τον κίνδυνο ρήξης, βοηθώντας τον ιατρό στη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων.
Ειδοποίηση Υψηλού Κινδύνου	Πρόληψη σοβαρών επιπλοκών	Το σύστημα αποστέλλει ειδοποιήσεις στον ιατρό όταν ανιχνευθεί αυξημένος κίνδυνος ρήξης, επιτρέποντας την άμεση λήψη θεραπευτικών μέτρων.
Παρουσίαση Προγνωστικών Δεδομένων	Υποστήριξη κλινικής απόφασης	Το σύστημα παρουσιάζει αναλυτικά προγνωστικά δεδομένα σχετικά με την πιθανότητα ρήξης του ανευρύσματος, υποστηρίζοντας τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων από τον ιατρό.

11. Συμπεράσματα

Το παρόν έγγραφο αποτελεί το παραδοτέο Π2.1 του έργου **SAFE-AORTA**, το οποίο καθορίζει τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του συστήματος και θα αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη της πλατφόρμας. Το συγκεκριμένο παραδοτέο είναι καθοριστικής σημασίας για τα επόμενα στάδια του έργου, καθώς θέτει το πλαίσιο των τεχνικών και λειτουργικών προδιαγραφών που απαιτούνται για την επιτυχή υλοποίηση του συστήματος υποστήριξης κλινικών αποφάσεων για τη διαχείριση των ανευρυσμάτων κοιλιακής αορτής.

Οι απαιτήσεις και προδιαγραφές που καταγράφονται στο παρόν έγγραφο θα αποτελέσουν τον οδηγό για την ομάδα ανάπτυξης, διασφαλίζοντας ότι το τελικό σύστημα θα ανταποκρίνεται στις υψηλές απαιτήσεις των κλινικών ιατρών και των ερευνητών. Παράλληλα, το παραδοτέο θα λειτουργεί ως σημείο αναφοράς καθ' όλη τη διάρκεια του έργου, επιτρέποντας τον συνεχή έλεγχο και την αξιολόγηση της προόδου, καθώς και την προσαρμογή των στόχων όπου κρίνεται απαραίτητο.

Το έγγραφο ορίζει με σαφήνεια και δομημένο τρόπο τις απαιτήσεις υλικού, λογισμικού και δικτυακής υποδομής, καθώς και τις προδιαγραφές ασφαλείας και προστασίας των ευαίσθητων ιατρικών δεδομένων. Επιπλέον, καθορίζει το πλαίσιο διαλειτουργικότητας με υπάρχοντα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης, διασφαλίζοντας την ομαλή ενσωμάτωση του **SAFE-AORTA** στην καθημερινή κλινική πρακτική.

12. Βιβλιογραφία

- Attene, M. (n.d.). *PyMeshFix* (Version info unknown) [Python package]. PyPI. <https://pypi.org/project/pymeshfix/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Attene, M. (n.d.). *MeshFix-V2.1* [Source code]. GitHub. <https://github.com/MarcoAttene/MeshFix-V2.1> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Autodesk. (n.d.). *Meshmixer*. <https://www.meshmixer.com/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Benson, R. A., Poole, R., Murray, S., Moxey, P., & Loftus, I. M. (2016). Screening results from a large United Kingdom abdominal aortic aneurysm screening center in the context of optimizing United Kingdom National Abdominal Aortic Aneurysm Screening Programme protocols. *Journal of vascular surgery*, 63(2), 301-304.
- Buslaev, A., Iglovikov, V. I., Khvedchenya, E., Parinov, A., Druzhinin, M., & Kalinin, A. A. (2020). Alumentations: Fast and flexible image augmentations. *Information*, 11(2), 125. <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/2/125>
- Cardona, A. (n.d.). TrakEM2 [Source code]. GitHub. <https://github.com/trakem2/TrakEM2> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025).
- Chen, W., Huang, H., Huang, J., Wang, K., Qin, H., & Wong, K. K. L. (2022). Deep learning-based medical image segmentation of the aorta using XR-MSF-U-Net. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 225, 107073. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.107073>
- Chen, L.-C., Papandreou, G., Kokkinos, I., Murphy, K., & Yuille, A. L. (2018). DeepLab: Semantic image segmentation with deep convolutional nets, atrous convolution, and fully connected CRFs. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 40(4), 834–848. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2017.2699184>
- Chollet, F. (2015). Deep learning for humans [Source code]. GitHub. <https://github.com/fchollet/keras> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Cignoni, P., Callieri, M., & Corsini, M. (n.d.). PyMeshLab documentation. <https://pymeshlab.readthedocs.io/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Fillinger, M. F., Marra, S. P., Raghavan, M. L., & Kennedy, F. E. (2003). Prediction of rupture risk in abdominal aortic aneurysm during observation: wall stress versus diameter. *Journal of vascular surgery*, 37(4), 724-732.
- Gasser, T. C., Auer, M., Labruto, F., Swedenborg, J., & Roy, J. (2010). Biomechanical rupture risk assessment of abdominal aortic aneurysms: model complexity versus predictability of finite element simulations. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 40(2), 176-185.
- Hatamizadeh, A., Nath, V., Tang, Y., Yang, D., Roth, H. R., & Xu, D. (2021, September). Swin unetr: Swin transformers for semantic segmentation of brain tumors in mri images. In *International MICCAI brainlesion workshop* (pp. 272-284). Cham: Springer International Publishing.

- Hatamizadeh, A., Tang, Y., Nath, V., Yang, D., Myronenko, A., Landman, B., Roth, H., & Xu, D. (2021). UNETR: Transformers for 3D medical image segmentation. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.10504>
- Hellenic Mediterranean University. (2023a). Safe-Aorta. Retrieved from <https://bmi.hmu.gr/safe-aorta/>
- Hellenic Mediterranean University. (2023b). The Safe-Aorta Project. Retrieved from <https://bmi.hmu.gr/the-safe-aorta-project/>
- Hongliang666. (n.d.). *Med3Web* [Source code]. GitHub. <https://github.com/hongliang666/med3web> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Isensee, F., Jäger, P. F., Kohl, S. A., Petersen, J., & Maier-Hein, K. H. (2019). Automated design of deep learning methods for biomedical image segmentation. arXiv preprint arXiv:1904.08128.
- Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and vascular neurology*, 2(4).
- Kent, K. C. (2014). Abdominal aortic aneurysms. *New England Journal of Medicine*, 371(22), 2101-2108.
- Kesävuori, R., Kaseva, T., Salli, E., Raivio, P., Savolainen, S., & Kangasniemi, M. (2023). Deep learning-aided extraction of outer aortic surface from CT angiography scans of patients with Stanford type B aortic dissection. *European Radiology Experimental*, 7, Article 35. <https://doi.org/10.1186/s41747-023-00374-3>
- Kitware. (n.d.). VTK: The Visualization Toolkit. <https://vtk.org/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Landman, B., Xu, Z., Igelsias, J., Styner, M., Langerak, T., & Klein, A. (2015, October). Miccai multi-atlas labeling beyond the cranial vault—workshop and challenge. In *Proc. MICCAI multi-atlas labeling beyond cranial vault—workshop challenge* (Vol. 5, p. 12).
- Raffort, J., Adam, C., Carrier, M., Ballaith, A., Coscas, R., Jean-Baptiste, E., ... & Lareyre, F. (2020). Artificial intelligence in abdominal aortic aneurysm. *Journal of vascular surgery*, 72(1), 321-333.
- Lasso, A., Herz, C., Nam, H., Cianciulli, A., Pieper, S., Drouin, S., ... & Jolley, M. A. (2022). SlicerHeart: An open-source computing platform for cardiac image analysis and modeling. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 9, 886549.
- Laur, D., & Hanrahan, P. (n.d.). VolPack: A volume rendering library. Stanford Graphics Laboratory. <https://graphics.stanford.edu/software/volpack/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Li, Z., Zhang, Y., Gong, H., Liu, G., Li, W., & Tang, X. (2017). An automatic and efficient coronary arteries extraction method in CT angiographies. *Biomedical Signal Processing and Control*, 36, 221–233. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2017.04.002>

- Mayo Clinic. (2021a). Abdominal aortic aneurysm - Symptoms and causes. Retrieved from <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/abdominal-aortic-aneurysm/symptoms-causes/syc-20350688>
- Mayo Clinic. (2021b). Abdominal aortic aneurysm - Diagnosis and treatment. Retrieved from <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/abdominal-aortic-aneurysm/diagnosis-treatment/drc-20350693>
- Moll, F. L., Powell, J. T., Fraedrich, G., Verzini, F., Haulon, S., Waltham, M., ... & Ricco, J. B. (2011). Management of abdominal aortic aneurysms clinical practice guidelines of the European society for vascular surgery. *European journal of vascular and endovascular surgery*, 41, S1-S58.
- Myronenko, A., Siddiquee, M. M. R., Yang, D., He, Y., & Xu, D. (2022). Automated head and neck tumor segmentation from 3D PET/CT HECKTOR 2022 challenge report. In *3D Head and Neck Tumor Segmentation in PET/CT Challenge* (pp. 31-37). Cham: Springer Nature Switzerland.
- National Institute for Health and Care Excellence. (2020). B Imaging techniques to diagnose abdominal aortic aneurysms. Retrieved from <https://www.nice.org.uk/guidance/ng156/evidence/b-imaging-techniques-to-diagnose-abdominal-aortic-aneurysms-pdf-70879911>
- Paszke, A., Gross, S., Massa, F., Lerer, A., Bradbury, J., Chanan, G., Killeen, T., Lin, Z., Gimesh, N., Antiga, L., Desmaison, A., Kopf, A., Yang, E., DeVito, Z., Raison, M., Tejani, A., Chilamkurthy, S., Steiner, B., Fang, L., Bai, J., & Chintala, S. (2017). PyTorch [Computer software]. <https://pytorch.org/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Pérez-García, F., Sparks, R., & Ourselin, S. (2021). TorchIO: A Python library for efficient loading, preprocessing, augmentation and patch-based sampling of medical images in deep learning. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 208, 106236. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106236>
- Rasband, W. S., & contributors. (n.d.). ImageJ. U.S. National Institutes of Health. <https://imagej.net/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Reimerink, J. J., van der Laan, M. J., Koelemay, M. J., Balm, R., & Legemate, D. A. (2013). Systematic review and meta-analysis of population-based mortality from ruptured abdominal aortic aneurysm. *Journal of British Surgery*, 100(11), 1405-1413.
- Sakalihasan, N., Limet, R., & Defawe, O. D. (2005). Abdominal aortic aneurysm. *The Lancet*, 365(9470), 1577-1589.
- Seg3D, C. I. B. C. (2016). Volumetric image segmentation and visualization. Scientific Computing and Imaging Institute (SCI).
- Slicer Community. (n.d.). 3D Slicer. <https://www.slicer.org/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Ιανουαρίου 2025)
- Tang Y, Gao R, Lee HH, Han S, Chen Y, Gao D, Nath V, Bermudez C, Savona MR, Abramson RG, Bao S. (2021). High-resolution 3D abdominal segmentation with random patch network fusion. *Medical image analysis*, 69, 101894.

- Tang Y, Gao R, Lee HH, Han S, Chen Y, Gao D, Nath V, Bermudez C, Savona MR, Abramson RG, Bao S. (2022). Self-supervised pre-training of swin transformers for 3d medical image analysis. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition (pp. 20730-20740).
- Vorp, D. A. (2007). Biomechanics of abdominal aortic aneurysm. *Journal of biomechanics*, 40(9), 1887-1902.
- Wasserthal J, Breit HC, Meyer MT, Pradella M, Hinck D, Sauter AW, Heye T, Boll DT, Cyriac J, Yang S, Bach M, Segeroth M. (2023). TotalSegmentator: robust segmentation of 104 anatomic structures in CT images. *Radiology: Artificial Intelligence*, 5(5), e230024.
- Wolf, I., Vetter, M., Wegner, I., Böttger, T., Nolden, M., Schöbinger, M., ... & Meinzer, H. P. (2005). The medical imaging interaction toolkit. *Medical image analysis*, 9(6), 594-604.

13. Παράρτημα

A. Ερωτηματολόγιο - συνεντεύξεις



Ερωτηματολόγιο

Στο πλαίσιο του έργου SAFE-AORTA, οι συμμετέχοντες φορείς στοχεύουν στην ανάπτυξη μιας καινοτόμου πλατφόρμας που υποστηρίζει τη διάγνωση, την παρακολούθηση και τη θεραπεία ασθενών με ανεύρυσμα κοιλιακής αορτής (ΑΚΑ). Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνολογίες, όπως τεχνητή νοημοσύνη και εργαλεία 3D ανακατασκευής, για την ανάλυση απεικονιστικών δεδομένων και την παροχή εξατομικευμένων προγνωστικών μοντέλων. Ο ανθρωποκεντρικός χαρακτήρας του έργου επικεντρώνεται στη βελτίωση της ποιότητας φροντίδας και στην υποστήριξη των επαγγελματιών υγείας, με στόχο την ενίσχυση της ακρίβειας και της αποδοτικότητας στη διαχείριση των ασθενών.

Το παρόν ερωτηματολόγιο σεβόμενο τον κανονισμό περί προστασίας των προσωπικών δεδομένων (GDPR). Τονίζουμε δε, ότι το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο και τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν **αποκλειστικά** για επιστημονικό σκοπό και σε καμία περίπτωση **δεν** θα μεταβιβαστούν σε τρίτους. Θα σας παρακαλούσαμε να απαντήσετε όσο το δυνατόν πιο αυθόρμητα και εμπειρισιαωμένα. Σας ευχαριστούμε για τον χρόνο σας, εκ των προτέρων.

Μέρος 1: Προσωπικές Πληροφορίες

1. Φύλο	<input type="checkbox"/> ΘΗΛΥ	<input type="checkbox"/> ΑΡΡΕΝ
2. Έτος Γέννησης	
3. Επαγγελματική ιδιότητα	<input type="checkbox"/> Καρδιολόγος <input type="checkbox"/> Αγγειοχειρουργός <input type="checkbox"/> Ακτινολόγος <input type="checkbox"/> Νοσηλεύτης <input type="checkbox"/> Ερευνητής <input type="checkbox"/> Διαχειριστής συστήματος <input type="checkbox"/> Άλλο (συμπληρώστε)	
4. Χρόνια εμπειρίας στον τομέα σας	<input type="checkbox"/> < 2 <input type="checkbox"/> 2 – 5 <input type="checkbox"/> 6 – 10 <input type="checkbox"/> 11 – 20 <input type="checkbox"/> > 21	

5. Εμπειρία στη χρήση συστημάτων πληροφορικής υγείας (HIS, PACS κ.λπ.):	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
---	----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

Μέρος 2: Απαιτήσεις και Προσδοκίες

6. Ποιες είναι οι βασικές λειτουργίες που θα θέλατε να παρέχει το SAFE-AORTA; (Επιλέξτε όλες όσες τισχύουν)	<input type="checkbox"/> Αυτόματη ανάλυση απεικονιστικών δεδομένων <input type="checkbox"/> Εκτίμηση κινδύνου ρήξης ανευρύσματος <input type="checkbox"/> Τρισδιάστατη ανακατασκευή αορτής <input type="checkbox"/> Υποστήριξη κλινικών αποφάσεων <input type="checkbox"/> Παρακολούθηση ασθενών σε πραγματικό χρόνο <input type="checkbox"/> Ενσωμάτωση με υπάρχοντα συστήματα (HIS, PACS) <input type="checkbox"/> Άλλο (συμπληρώστε)				
7. Ποια χαρακτηριστικά πιστεύετε ότι είναι κρίσιμα για την επιτυχία του συστήματος;	<input type="checkbox"/> Ακρίβεια ανάλυσης <input type="checkbox"/> Ευκολία χρήσης <input type="checkbox"/> Ταχύτητα επεξεργασίας <input type="checkbox"/> Συμβατότητα με άλλα συστήματα <input type="checkbox"/> Ασφάλεια δεδομένων <input type="checkbox"/> Άλλο (συμπληρώστε)				
8. Πόσο σημαντική θεωρείτε τη δυνατότητα εξατομίκευσης του συστήματος σύμφωνα με τις ανάγκες σας;	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
9. Πόσο σημαντική θεωρείτε τη δυνατότητα αυτόματης μέτρησης της διαμέτρου της αορτής;	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
10. Πόσο σημαντική θεωρείτε τη δυνατότητα αυτόματης μέτρησης του όγκου της αορτής;	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
11. Πόσο σημαντική θεωρείτε τη	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ

<p>δυνατότητα 3D ανακατασκευής της αορτής για τη διάγνωση και παρακολούθηση των ασθενών;</p>					
<p>12. Πόσο χρήσιμο θεωρείτε ότι είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει τη σύγκριση 3D ανακατασκευών από διαφορετικές χρονικές στιγμές για την παρακολούθηση της εξέλιξης του ανευρύσματος;</p>	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
<p>13. Πόσο σημαντική θεωρείτε τη δυνατότητα πρόβλεψης της πιθανότητας ρήξης ενός ανευρύσματος με βάση κλινικά δεδομένα και αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης;</p>	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
<p>14. Πώς αξιολογείτε τη δυνατότητα του συστήματος να προσδιορίζει εξατομικευμένους παράγοντες κινδύνου για κάθε ασθενή με ανεύρυσμα;</p>	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
<p>15. Πόσο κρίσιμο θεωρείτε ότι είναι για το σύστημα να παρέχει προτάσεις θεραπείας με βάση τα</p>	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ

ευρήματα της πρόβλεψης ρήξης ανευρύσματος;					
16. Πόσο σημαντική θεωρείτε τη δυνατότητα του συστήματος να απεικονίζει την εξέλιξη του ανευρύσματος σε μορφή αναφορών και γραφημάτων;	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
17. Πόσο χρήσιμο θεωρείτε ότι είναι το σύστημα να παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης των αιμοδυναμικών παραμέτρων της αορτής (π.χ., διατμητική τάση τοιχώματος);	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ
18. Πιστεύετε ότι το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να ενσωματώνει δεδομένα από διαφορετικές πηγές απεικόνισης (π.χ., CT, MRI, υπερηχογραφήματα);	<input type="checkbox"/> Καθόλου	<input type="checkbox"/> Λίγο	<input type="checkbox"/> Μέτρια	<input type="checkbox"/> Πολύ	<input type="checkbox"/> Πάρα πολύ

Πληροφορίες Υφιστάμενης Εφαρμογής/Λογισμικού

19. Εφαρμογή/Λογισμικό που χρησιμοποιείται				
20. Έχετε δοκιμάσει άλλη Εφαρμογή/ Λογισμικό;	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> Άλλο (συμπληρώστε)		
21. Αν η απάντησή σας ήταν				

ναι πείτε μας ποια;			
22. Πόσα χρόνια το χρησιμοποιείτε;			
23. Λάβατε κάποια εκπαίδευση για την χρήση του λογισμικού που χρησιμοποιείτε;	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> Άλλο (συμπληρώστε)
24. Ποιες είναι οι βασικές δυσκολίες που αντιμετωπίζετε με το υπάρχον λογισμικό που χρησιμοποιείτε;	<input type="checkbox"/> Περιορισμένη ευχρηστία <input type="checkbox"/> Έλλειψη διαλειτουργικότητας <input type="checkbox"/> Ανακρίβεια αποτελεσμάτων <input type="checkbox"/> Αργή απόδοση <input type="checkbox"/> Ασυμβατότητα με νέες τεχνολογίες <input type="checkbox"/> Έλλειψη εργαλείων 3D απεικόνισης <input type="checkbox"/> Περιορισμένη υποστήριξη χρηστών <input type="checkbox"/> Προβλήματα ασφάλειας <input type="checkbox"/> Μειωμένη προσαρμοστικότητα <input type="checkbox"/> Περιορισμένη ανάλυση δεδομένων <input type="checkbox"/> Δυσκολίες κατά την εκπαίδευση του προσωπικού <input type="checkbox"/> Υψηλό κόστος συντήρησης <input type="checkbox"/> Έλλειψη εξατομίκευσης <input type="checkbox"/> Άλλο (συμπληρώστε)		
Σχετικά με το παρόν ερευνητικό έργο			
25. Έχετε συμμετάσχει σε πρότερο σχετικό ερευνητικό έργο;	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
26. Αισθάνεστε πλήρως ενημερωμένος/η;	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
27. Σας ενδιαφέρει η χρήση ενός τέτοιου συστήματος;	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ	<input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
28. Προτάσεις/Ερωτήσεις			
29. Σχόλια			

30. Προβληματισμοί

B. Περί προστασίας προσωπικών δεδομένων

Στην Ελληνική Νομοθεσία, ισχύουν διατάξεις οι οποίες απορρέουν απ' την ραγδαία επέκταση των νέων τεχνολογιών σε συνδυασμό με την ασφαλή επεξεργασία και προστασία προσωπικών δεδομένων, οι οποίες βρίσκονται σε συμφωνία με την Νομοθεσία της ΕΕ. Η Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα είναι συνταγματικά κατοχυρωμένη ανεξάρτητη Αρχή που ιδρύθηκε με τον νόμο 2472/1997 ΦΕΚ Α-50/10-4-1997 «Προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα» (ο οποίος είχε ενσωματώσει στο ελληνικό δίκαιο την Ευρωπαϊκή Οδηγία 95/46/ΕΚ για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών).

Πλέον, ισχύει ο νόμος 4624/2019 («Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα, μέτρα εφαρμογής του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και ενσωμάτωση στην εθνική νομοθεσία της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/680 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 και άλλες διατάξεις»). Ο δε νόμος 2472/1997 έχει καταργηθεί εκτός ορισμένων διατάξεων που αναφέρονται ρητά στο άρθρο 84 του νόμου 4624/2019. Ο νόμος 4624/2019 περιλαμβάνει και τη μεταφορά στην ελληνική έννομη τάξη της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/680 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 για την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα από αρμόδιες αρχές για τους σκοπούς της πρόληψης, διερεύνησης, ανίχνευσης ή δίωξης ποινικών αδικημάτων ή της εκτέλεσης ποινικών κυρώσεων και για την ελεύθερη κυκλοφορία των δεδομένων αυτών και την κατάργηση της απόφασης-πλαίσιο 2008/977/ΔΕΥ του Συμβουλίου.

Επιπλέον, το Ελληνικό Σύνταγμα (1975/1986/2001) αναγνωρίζει την αρχή της ιδιωτικής ζωής, η οποία στην πραγματικότητα είναι ένας συνδυασμός προστασίας της ανθρώπινης αξιοπρέπειας, της ελευθερίας, και της εμπιστευτικότητας της επικοινωνίας. Η αρχή αυτή συνεπάγεται το δικαίωμα του καθενός να προστατεύσει την αξιοπρέπεια, την ελευθερία του και τον χώρο στον οποίο πραγματοποιεί τις προσωπικές του δραστηριότητες από οποιονδήποτε.

Στο πλαίσιο του έργου SAFE-AORTA, η επεξεργασία και η προστασία των προσωπικών δεδομένων των χρηστών διέπονται αυστηρά από τις διατάξεις της ελληνικής νομοθεσίας και των κανονισμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Συγκεκριμένα, εφαρμόζεται ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR) 2016/679, καθώς και ο ελληνικός νόμος 4624/2019, ο οποίος ενσωματώνει τις ευρωπαϊκές οδηγίες και ρυθμίζει ειδικά ζητήματα προστασίας δεδομένων στην Ελλάδα.

Η συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων στο SAFE-AORTA πραγματοποιούνται με πλήρη σεβασμό στα δικαιώματα των φυσικών προσώπων. Ειδικότερα:

- **Συγκατάθεση Χρηστών:** Όλα τα δεδομένα συλλέγονται και επεξεργάζονται αποκλειστικά με τη ρητή και ελεύθερη συγκατάθεση των χρηστών. Πριν από οποιαδήποτε συλλογή δεδομένων, παρέχονται πλήρεις και κατανοητές πληροφορίες σχετικά με τον σκοπό, τις μεθόδους και τους στόχους της επεξεργασίας.
- **Διαφάνεια:** Οι χρήστες ενημερώνονται εκ των προτέρων για τη χρήση των δεδομένων τους, ενώ τους δίνεται η δυνατότητα να ανακαλέσουν τη συγκατάθεσή τους οποιαδήποτε στιγμή.
- **Περιορισμός Χρόνου Αποθήκευσης:** Τα δεδομένα διατηρούνται μόνο για το απαραίτητο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την επίτευξη των σκοπών του έργου και στη συνέχεια διαγράφονται με ασφαλή τρόπο.
- **Ασφάλεια Δεδομένων:** Εφαρμόζονται σύγχρονα μέτρα ασφάλειας, όπως η κρυπτογράφηση και η ανώνυμη αποθήκευση, για την προστασία των προσωπικών πληροφοριών από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή διαρροή.
- **Περιορισμός Χρήσης:** Τα δεδομένα που συλλέγονται χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τους σκοπούς του έργου SAFE-AORTA, όπως η ανάλυση απεικονιστικών δεδομένων, η εκτίμηση κινδύνου ρήξης ανευρυσμάτων και η υποστήριξη κλινικών αποφάσεων. Δεν διατίθενται σε τρίτους για άλλους σκοπούς χωρίς τη ρητή συγκατάθεση των χρηστών.

Επιπλέον, οι διαδικασίες συλλογής δεδομένων συμμορφώνονται με τις αρχές της ελαχιστοποίησης δεδομένων και της ακρίβειας, διασφαλίζοντας ότι συλλέγονται μόνο τα απολύτως απαραίτητα δεδομένα για την επίτευξη των σκοπών του έργου και ότι αυτά παραμένουν ενημερωμένα.