



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ ΓΙΑ

ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ

Κλέβις Τσακάι

Επιβλέπων: Νικόλαος Γιαννακέας, Επίκουρος καθηγητής

Άρτα, Σεπτέμβριος, 2023

**DEVELOPMENT OF CLOUD BASED PLATFORM FOR
RECORDING AND MONITORING OF GAIT ANALYSIS SIGNALS**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, 20/02/2023

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Νικόλαος Γιαννακέας, Επίκουρος καθηγητής

2. Μέλος επιτροπής

Αλέξανδρος Τζάλλας, Αναπληρωτής καθηγητής

3. Μέλος επιτροπής

Δημήτριος Δημόπουλος, Ακαδημαϊκός υπότροφος

© Τσακάι, Κλεβίς, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Επίθετο, Όνομα

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος του πανεπιστημιακού τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, της Σχολής Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Πριν την παρουσίαση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους από τους ανθρώπους που γνώρισα, συνεργάστηκα άμεσα και συνέβαλαν στην υλοποίησή της. Πρώτο από όλους θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, επίκουρο Νικόλαο Γιαννακέα για την πολύτιμη καθοδήγηση του, την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε. Τις ευχαριστίες μου εκφράζω και στους Αλέξανδρο Τζάλλα (αναπληρωτής καθηγητής) και Δημήτριο Δημόπουλο (ακαδημαϊκός υπότροφος) που δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της διπλωματικής εργασίας. Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να απευθύνω στον αδερφό μου Οντισέ Τσακάι (υποψήφιος διδάκτωρ και full-stack developer) για την καθοριστική του συμβολή, ο οποίος στάθηκε σημαντικός αρωγός στην προσπάθειά μου και με υποστήριξε σε κάθε φάση της εργασίας μου (καθώς, σημαντικό μέρος της εργασίας μου αποτέλεσε αντικείμενο της πρακτική άσκησης).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε μια πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους για την καταγραφή και παρακολούθηση σημάτων ανάλυσης βάδισης η οποία είναι προσβάσιμη από φυλλομετρητή. Αρχικά παρουσιάζονται τα προβλήματα κινητής βάδισης και αναλύθηκαν πλήρως όλες οι τεχνολογίες με τις οποίες, υλοποιήθηκε η πλατφόρμα. Στην συνέχεια, σύμφωνα με την μεθοδολογία της Εξελικτικής Ανάπτυξης καταγράφονται οι μη-λειτουργικές και λειτουργικές απαιτήσεις σύμφωνα με τις ανάγκες του πελάτη αλλά και γίνεται σχεδιασμός μέσω διαγραμμάτων UML των βασικότερων λειτουργιών. Τέλος, παρουσιάζονται οι σημαντικότερες διεπαφές (όψεις) του χρήστη και αναλύονται τα κομμάτια του πηγαίου κώδικα που εξάγουν το τελικό αποτέλεσμα.

Λέξεις-κλειδιά: πλατφόρμα, πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους, Yii2, PHP, JavaScript

ABSTRACT

As part of this thesis, a cloud computing platform was developed for the recording and monitoring of gait analysis signals, which is accessible from a web browser. Initially, gait problems are presented and all the technologies implemented on the platform are fully analyzed. Then, according to the methodology of Evolutionary Development, the non-functional and functional requirements are recorded according to the customer's needs and the basic functions are designed using UML diagrams. Finally, the most important user interfaces are presented and the parts of the source code that produce the final result are analyzed.

Keywords: platform, cloud computing platform, Yii2, PHP, JavaScript.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ABSTRACT	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	ix
1. Αποκατάσταση Ασθενών με Κινητικά Προβλήματα	1
1.1 Παγκόσμια στοιχεία Κινητικών προβλημάτων (Στατιστικά στοιχεία, διαγράμματα)	2
1.2 Αιτίες πρόκλησης Κινητικών Προβλημάτων	5
1.3 Κατηγορίες κινητικών προβλημάτων	7
1.4 Ανάλυση Βάδιση	8
2. Ο ρόλος της Τεχνολογίας στην αποκατάσταση	11
2.1 Εισαγωγή στην ιατρική τεχνολογία	11
2.2 Ιατρική Τεχνολογία στην ανάλυση βάδισης	12
2.3 Κατηγορίες Εξοπλισμού για ανάλυση βάδισης	13
2.3.1 Δυνομοδάπεδα	14
2.3.2 Εξωσκελετικά μηχανήματα υποβοήθησης	15
2.3.3 Αδρανειακοί αισθητήρες κίνησης	17
2.2.4 Συστήματα καμερών	18
2.4 Πλατφόρμες Λογισμικού Ανάλυσης Βάδισης	18
3. Υποστηριζόμενο Υλικό από την πλατφόρμα	19
3.1 Εξωσκελετικό Μηχάνημα EksoNR:	19
3.2 Σύστημα Καμερών Vicon	20
4. Τεχνολογίες Υπολογιστικού Νέφους	23
4.1 Τεχνολογίες Παρασκηνίου (Back-end)	23
4.1.1 PHP	23
4.1.1.1 Yii2	24
4.1.2 Βάση Δεδομένων	25

4.1.2.1 MySQL	25
4.1.2.2 MongoDB	27
4.2. Τεχνολογίες Προσκηνίου (Front-end)	28
4.2.1 HTML5	28
4.2.2 CSS3	29
4.2.3 ECMAScript (JavaScript)	30
5. Υλοποίηση Πλατφόρμας	32
5.1 Σχεδιασμός πλατφόρμας	32
5.1.1 Καταγραφή μη λειτουργικών απαιτήσεων	33
5.1.2 Καταγραφή λειτουργικών απαιτήσεων	35
5.1.2.1 Κεντρικό σχέδιο (Layout)	36
5.1.2.2 Κεντρική οθόνη (Dashboard)	36
5.1.2.3 Οθόνη γράφημα δεδομένων (Graphs)	37
5.2 Σχεδιασμός λειτουργικότητας	37
5.2.1 Συλλέκτης/αποστολέας δεδομένων	38
5.2.2 Κλάσεις των μοντέλων	39
5.3 Υλοποίηση πλατφόρμας	40
5.3.1 Βάσεις Δεδομένων	40
5.3.1.1 MongoDB	40
5.3.1.2 MySQL	41
5.3.2 Δομή (Structure)	42
5.3.3 Πηγαίος κώδικας και όψεις πλατφόρμας	45
5.3.1.1 Οθόνη σύνδεσης πελάτη(Login)	45
5.3.1.2 Κεντρική οθόνη (Dashboard)	47
5.3.1.3 Οθόνη γραφημάτων (Graphs)	49
6. Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	53
6.1 Συμπεράσματα	53

6.1 Μελλοντικές επεκτάσεις	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ποσοστά αναπηρίας ανά ηλικία, που προέρχεται από επίπεδα λειτουργίας πολλαπλών τομέων σε 59 χώρες (https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182)	19
Εικόνα 2. Ικανοποιημένη και ανικανοποίητη ανάγκη για υπηρεσίες που αναφέρθηκαν από άτομα με αναπηρία, από επιλεγμένες αναπτυσσόμενες χώρες (https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182)	20
Εικόνα 3. Κατανομή ηλικιών στους πληθυσμούς αναπηρίας (https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182)	20
Εικόνα 4. Ποσοστά αναπηρίας από τις αναπτυσσόμενες και μη αναπτυσσόμενες χώρες (https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182)	21
Εικόνα 5. Ανάλυση βαδίσματος (https://musculoskeletalkey.com/assessment-of-gait/)	25
Εικόνα 6. Δυναμοδάπεδα Bertec (https://www.bertec.com/s/BER_ForcePlates-2.pdf)	29
Εικόνα 7. Εξωσκελετικό μηχάνημα (https://walk-again.com/hal-therapy/)	31
Εικόνα 8. αδρανειακοί αισθητήρες (https://www.cgchannel.com/2013/06/xsens-launches-mvn-awinda-wireless-mocap-system/)	32
Εικόνα 9. EksoNR εξωσκελετικό σύστημα (https://eksobionics.com/eksonr/)	35
Εικόνα 10. Σύστημα Καμερών Vicon (https://www.vicon.com/hardware/cameras/valkyrie/)	37
Εικόνα 11. . Λογότυπο της PHP (https://www.php.net)	38
Εικόνα 12. Λογότυπο του Yii (https://www.yiiframework.com/)	39
Εικόνα 13. MongoDB λογότυπο(https://www.mongodb.com/)	42
Εικόνα 14. HTML5 λογότυπο (https://en.wikipedia.org/wiki/HTML5)	43
Εικόνα 15. CSS λογότυπο (https://el.wikipedia.org/wiki/CSS)	44
Εικόνα 16. JavaScript λογότυπο (https://el.wikipedia.org/wiki/JavaScript)	45
Εικόνα 17. Εξελεγκτική Ανάπτυξη διάγραμμα ροής (https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/20190430124930/33331.jpg)	47
Εικόνα 18. Διάγραμμα ακολουθίας του συλλέκτη/αποστολέα δεδομένων	52
Εικόνα 19. Διάγραμμα κλάσεων UML	53
Εικόνα 20. MongoDB δεδομένα σημάτων κίνησης, σύνολο εγγραφών 1.137.279	54
Εικόνα 21. ER διάγραμμα της βάσης δεδομένων	55
Εικόνα 22. Δομή φακέλων του έργου	57
Εικόνα 23. Οθόνη σύνδεσης πελάτη (Login Page)	58
Εικόνα 24. Πηγαίος κώδικας διαχειριστή SiteController για την σύνδεση (Login) του πελάτη	59
Εικόνα 25. Dashboard όψη	60

Εικόνα 26. Πηγαίος κώδικας της συνάρτηση <code>actionIndex</code> από το διαχειριστή <code>DashboardController</code> και η συνάρτηση <code>getUsersByDateJSON</code> από την βοηθητική κλάση <code>DashboardHelper.php</code>	61
Εικόνα 27. Οθόνη γραφημάτων	62
Εικόνα 28. Πηγαίος κώδικας από τον διαχειριστή <code>GraphsController</code>	63
Εικόνα 29. Πηγαίος κώδικας της όψης των γραφημάτων	64

1. Αποκατάσταση Ασθενών με Κινητικά Προβλήματα

Τα κινητικά προβλήματα αποτελούν μια σημαντική πρόκληση για πολλούς ανθρώπους στην Ελλάδα, ειδικά για τους ηλικιωμένους και για τα άτομα με αναπηρίες. Η έλλειψη προσβασιμότητας σε δημόσιους χώρους, κτίρια και μέσα μαζικής μεταφοράς, καθώς και η ανεπαρκής υποδομή, καθιστούν δύσκολη την κίνηση των ανθρώπων με κινητικά προβλήματα. Δεν υπάρχει επίσημος ακριβής αριθμός για το πόσοι άνθρωποι έχουν προβλήματα κινητικότητας στην Ελλάδα. Ωστόσο, σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ [1] (Ελληνική Στατιστική Αρχή), το 2011 υπήρχαν περίπου 590.000 άνθρωποι με κάποιο είδος αναπηρίας στην Ελλάδα, που μπορεί να περιλαμβάνει και προβλήματα κινητικότητας. Ωστόσο, αυτό το νούμερο είναι πιθανό να είναι υποεκτιμημένο, καθώς υπάρχουν άνθρωποι που δεν έχουν αναγνωρισμένη αναπηρία αλλά αντιμετωπίζουν προβλήματα κινητικότητας. Παραδείγματα ελλιπής προσβασιμότητας για άτομα με κινητικά προβλήματα στην Ελλάδα περιλαμβάνουν την έλλειψη ραμπών στις εισόδους των κτιρίων, το έλλειμμα στον αριθμό των ανελκυστήρων σε δημόσιους χώρους, όπως, στους σταθμούς μετρό και στα δικαστήρια και την έλλειψη προσαρμοσμένων μέσων μεταφοράς όπως, λεωφορείων και ταξί για τα άτομα με αναπηρίες. Επιπλέον, οι πεζοδρόμοι και οι δημόσιοι χώροι συχνά δεν είναι σχεδιασμένοι για την ασφαλή κίνηση των πεζών με αναπηρίες, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν προβλήματα στην κίνησή τους.

Η αντιμετώπιση των κινητικών προβλημάτων είναι μια προτεραιότητα για τις αρχές της χώρας και πολλές πρωτοβουλίες έχουν αναληφθεί για τη βελτίωση της κατάστασης. Μερικά παραδείγματα περιλαμβάνουν, την εγκατάσταση ανελκυστήρων σε δημόσια κτίρια, τη βελτίωση της προσβασιμότητας των σταθμών του μετρό και την αναβάθμιση των πεζοδρομίων και των δημόσιων χώρων. Παρόλα αυτά, υπάρχει ακόμα πολλή δουλειά που πρέπει να γίνει για να εξασφαλιστεί η ίση πρόσβαση σε όλους τους ανθρώπους, ανεξαρτήτως κινητικών προβλημάτων. Η ευαισθητοποίηση του κοινού και η στήριξη των πολιτικών αρχών είναι σημαντικές για τη συνέχιση αυτού του αγώνα.

Επιπλέον, υπάρχει ένας τομέας που αναπτύσσετε δραματικά την τελευταία περίοδο παρουσιάζοντας πολύ θετικά αποτελέσματα, εμπεριέχεται μέσα στον κλάδο της τεχνολογίας και είναι σε αυτό που θα βασιστεί η προσοχή μας. Είναι ο τομέας της ανάλυσης βάρδισης. Η τεχνολογία ανάλυσης βάρδισης είναι ίσως, το πιο αποτελεσματικό εργαλείο για την αντιμετώπιση αυτών των κινητών προβλημάτων ανεξαρτήτως ηλικίας και πέρα από την ιατρική παρέμβαση ενώ, ακόμη και αυτή γίνεται να συγχωνευτεί στην τεχνολογία μας.

1.1 Παγκόσμια στοιχεία Κινητικών προβλημάτων (Στατιστικά στοιχεία, διαγράμματα)

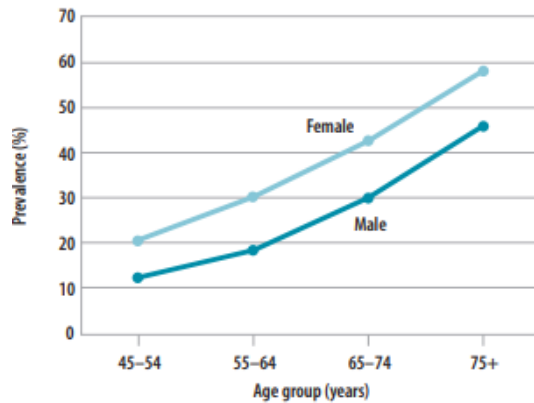
Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας [2], περίπου το 15% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει με κινητικά προβλήματα. Αυτό συμπεριλαμβάνει ανθρώπους με περιορισμένη κινητικότητα ή αναπηρία, άτομα με προβλήματα ισορροπίας, άτομα με προβλήματα στην κατανόηση της κίνησης και άτομα με άλλα προβλήματα που επηρεάζουν την κινητικότητα. Σχετικά με την Παγκόσμια Έκθεση για την Αναπηρία του 2011, περίπου 1 δισεκατομμύριο άνθρωποι στον κόσμο ζουν με κάποιο είδος αναπηρίας, εκ των οποίων το 10% αντιστοιχεί σε κινητικά προβλήματα. Σε επίπεδο χωρών, τα κινητικά προβλήματα είναι συχνότερα στις χώρες με χαμηλό εισόδημα και στις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς εκεί οι πόροι για την παροχή ιατρικής περίθαλψης και βοήθειας σε άτομα με αναπηρίες είναι περιορισμένοι.

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα στατιστικών στοιχείων που αναφέρονται στα κινητικά προβλήματα παγκόσμιος σε χώρες:

- Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα κινητικά προβλήματα είναι συχνότερα στις γυναίκες από ό,τι στους άνδρες, περίπου το 19% των γυναικών ζει με κινητικά προβλήματα, σε σύγκριση με το 12% των ανδρών.
- Στις Ηνωμένες Πολιτείες, περίπου 26 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν με κάποιο είδος αναπηρίας που επηρεάζει την κινητικότητά τους, σύμφωνα με το Αμερικανικό Σύστημα Επικοινωνίας και Πληροφόρησης για την Αναπηρία.
- Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, περίπου 15% του πληθυσμού ζει με κάποια αναπηρία, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Στατιστικών (Eurostat).
- Στην Κίνα, περίπου 85 εκατομμύρια άτομα ζουν με κινητικά προβλήματα, σύμφωνα με την Εθνική Έρευνα Αναπηρίας του 2010.

- Στην Ινδία, περίπου 26 εκατομμύρια άτομα ζουν με κινητικά προβλήματα, σύμφωνα με την Εθνική Έρευνα Υγείας του 2018.

↓ from multidomain functioning levels in 59



Εικόνα 1. Ποσοστά αναπηρίας ανά ηλικία, που προέρχεται από επίπεδα λειτουργίας πολλαπλών τομέων σε 59 χώρες (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>)

Μια άλλη έρευνα, που δημοσιεύτηκε στο *The Lancet* το 2018, αναφέρει ότι το 7,8% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει με κινητικά προβλήματα. Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 590 εκατομμύρια άτομα. Επιπλέον, η έρευνα αναφέρει ότι τα κινητικά προβλήματα αυξάνονται με την ηλικία, καθώς περίπου το 32% των ατόμων άνω των 65 ετών ζουν με κινητικά προβλήματα. Επιπρόσθετα, μια άλλη σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει την αύξηση του αριθμού ανθρώπων με κινητικά προβλήματα είναι η ανάπτυξη ενός κράτους. Συγκεκριμένα, στις φτωχές χώρες υπάρχει συνήθως ανεπαρκής υποδομή για την κινητικότητα και η πρόσβαση σε ιατρική περίθαλψη είναι περιορισμένη. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερα επίπεδα αναπηρίας και σε μεγαλύτερη κοινωνική απομόνωση για αυτούς που έχουν κινητικά προβλήματα. Σύμφωνα με δεδομένα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας,

το 2018, περίπου 78% των ανθρώπων με κινητικά προβλήματα ζούσαν σε χώρες με χαμηλό ή μεσαίο εισόδημα.

Table 2.5. Met and unmet need for services reported by people with a disability, selected developing countries

Service	Namibia		Zimbabwe		Malawi		Zambia	
	Needed ^a (%)	Received ^b (%)	Needed ^a (%)	Received ^b (%)	Needed ^a (%)	Received ^b (%)	Needed ^a (%)	Received ^b (%)
Health services	90.5	72.9	93.7	92.0	83.4	61.0	76.7	79.3
Welfare services	79.5	23.3	76.0	23.6	69.0	5.0	62.6	8.4
Counselling for parent or family	67.4	41.7	49.2	45.4	50.5	19.5	47.3	21.9
Assistive device services	67.0	17.3	56.6	36.6	65.1	17.9	57.3	18.4
Medical rehabilitation	64.6	26.3	68.2	54.8	59.6	23.8	63.2	37.5
Counselling for disabled person	64.6	15.2	52.1	40.8	52.7	10.7	51.2	14.3
Educational services	58.1	27.4	43.4	51.2	43.9	20.3	47.0	17.8
Vocational training	47.3	5.2	41.1	22.7	45.0	5.6	35.1	8.4
Traditional healer	33.1	46.8	48.9	90.1	57.7	59.7	32.3	62.9

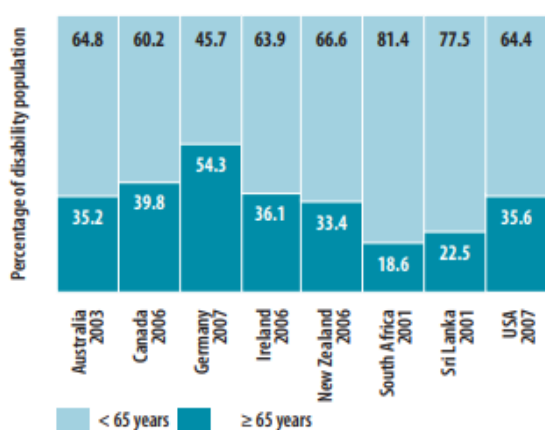
a. Percentage of total number of people with disabilities who expressed a need for the service.

b. Percentage of total number of people with disabilities who expressed a need for service who received the service.

Sources (20, 21, 130, 146)

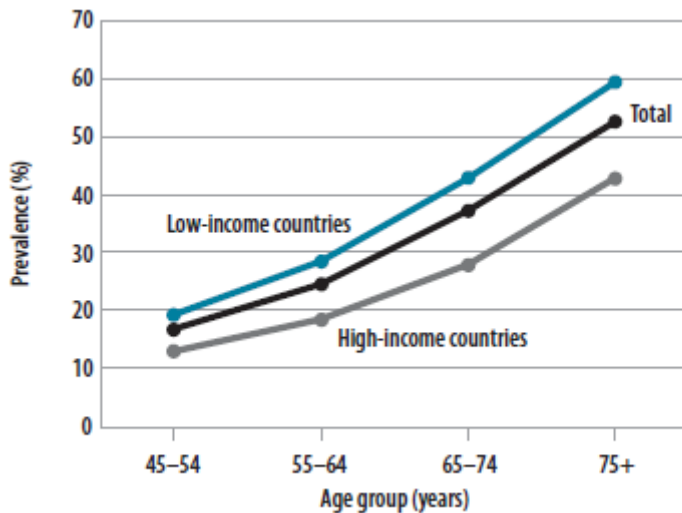
Εικόνα 2. Ικανοποιημένη και ανικανοποίητη ανάγκη για υπηρεσίες που αναφέρθηκαν από άτομα με αναπηρία, από επιλεγμένες αναπτυσσόμενες χώρες (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>)

Fig. 2.3. Distribution of ages within disability populations



Sources (5, 92–98).

Εικόνα 3. Κατανομή ηλικιών στους πληθυσμούς αναπηρίας (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>)



Εικόνα 4. Ποσοστά αναπηρίας από τις αναπτυσσόμενες και μη αναπτυσσόμενες χώρες (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>)

Η αναπηρία και τα κινητικά προβλήματα μπορεί να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη ζωή των ανθρώπων και στην κοινωνία στο σύνολό της. Τα άτομα με κινητικά προβλήματα μπορεί να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην πρόσβαση σε εκπαίδευση, σε υπηρεσίες υγείας και κοινωνικές δραστηριότητες. Επιπλέον, μπορεί να υπάρχουν φραγμοί στην πρόσβασή τους σε κτίρια και μεταφορικά μέσα. Εκ τούτης, αναλόγως την ηλικία, το φύλο, την χώρα, τον οικονομικό παράγοντα του καθενός και την νομοθεσία του κράτους, το ποσοστό των ατόμων με κινητικές δυσκολίες σαν σύνολο είναι κοντά στο 10% του παγκόσμιου πληθυσμού. Αυτό το νούμερο είναι εξωφρενικό και πρέπει οπωσδήποτε να μειωθεί δραστικά και τα άτομα να διεκδικήσουν την περίθαλψη και την φροντίδα που αξίζουν.

1.2 Αιτίες πρόκλησης Κινητικών Προβλημάτων

Τα κινητικά προβλήματα μπορούν να οφείλονται σε πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των γενετικών, των περιβαλλοντικών και των συμπεριφορικών παραγόντων [3]. Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι παράγοντες, στατιστικά στοιχεία και παραδείγματα που τους επιβεβαιώνουν.

Κάποιες αιτίες που προκαλούν κινητικά προβλήματα είναι παθολογικού χαρακτήρα, όπως η νόσος του Parkinson, η νόσος της Huntington, η νόσος του Lou Gehrig, η σκλήρυνση κατά πλάκας και η αρθρίτιδα.

- Η νόσος του Parkinson επηρεάζει περίπου 7-10 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως, σύμφωνα με το "Parkinson's Foundation". Συνήθως εκδηλώνεται στις ηλικίες άνω των

50 ετών, αλλά μπορεί να επηρεάσει και τους νεότερους ανθρώπους. Η νόσος αυτή οφείλεται σε απώλεια νευρικών κυττάρων που είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο της κίνησης.

- Η νόσος της Huntington επηρεάζει περίπου 1 στα 10.000 άτομα παγκοσμίως, σύμφωνα με το "Huntington's Disease Society of America". Πρόκειται για μια κληρονομική νόσο που προκαλεί κινητικές διαταραχές, όπως ανεξέλεγκτες κινήσεις του σώματος και δυσκολία στην ομιλία.
- Η νόσος του Lou Gehrig, γνωστή και ως μυατροφική πλευροσκλήρωση, είναι μια σπάνια ασθένεια που προκαλεί κινητικές διαταραχές και μπορεί να οδηγήσει σε παράλυση. Προσβάλλει περίπου 2 ανά 100.000 ανθρώπους, σύμφωνα με την "ALS Association".
- Σύμφωνα με τον "National Multiple Sclerosis Society", περίπου 2,5 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως έχουν διαγνωστεί με σκλήρυνση κατά πλάκας.
- Η αρθρίτιδα είναι μια πάθηση που προκαλεί φλεγμονή στις αρθρώσεις και μπορεί να περιορίσει την κινητικότητα. Σύμφωνα με την "Arthritis Foundation", περίπου 54 εκατομμύρια ενήλικες στις "ΠΑ" έχουν κάποια μορφή αρθρίτιδας. Στην Ευρώπη, περίπου 120 εκατομμύρια άνθρωποι πάσχουν από αρθρίτιδα, σύμφωνα με το "European League Against Rheumatism".

Ιδιαίτερα σημαντική για τον οργανισμό είναι η σωστή διατροφή και η συχνή άσκηση. Μια κακή διατροφή και η έλλειψη άσκησης [4] μπορούν να προκαλέσουν παχυσαρκία, διαβήτη και άλλες ασθένειες που επηρεάζουν την κινητικότητα [5].

- Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), το 2016, περίπου το 39% των ενηλίκων ήταν παχύσαρκοι, ενώ το 13% είχε διαβήτη.
- Επίσης, σύμφωνα με έρευνα του ΠΟΥ το 2018, το 23% των ενηλίκων δεν ασκούσαν επαρκή σωματική δραστηριότητα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι μια κακή διατροφή σε συνδυασμό με έλλειψη γυμναστικής μπορεί να χειροτερέψει τις ήδη υπάρχουσες παθολογικές νόσους που μπορεί να έχει κάποιος ασθενείς. Επίσης, οι τραυματισμοί και τα ατυχήματα μπορούν να προκαλέσουν κινητικά προβλήματα, όπως, παράλυση και απώλεια κινητικότητας [6].

- Σύμφωνα με τον ΠΟΥ [7], οι τραυματισμοί είναι η τρίτη κύρια αιτία θανάτου σε παγκόσμιο επίπεδο. Το 2016, περίπου 4,9 εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν λόγω τραυματισμών, ενώ πάνω από 300 εκατομμύρια τραυματίστηκαν σοβαρά, ενώ τα ατυχήματα ήταν η δεύτερη κύρια αιτία θανάτου σε παγκόσμιο επίπεδο, με περίπου 8 εκατομμύρια θανάτους.

Τέλος, η γήρανση είναι μια φυσιολογική διαδικασία και μπορεί να προκαλέσει απώλεια μυών και μειωμένη κινητικότητα.

- Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, ο μέσος όρος ζωής σε παγκόσμιο επίπεδο αυξήθηκε από 64,2 χρόνια το 1990 σε 72,6 χρόνια το 2019. Η αύξηση αυτή σημαίνει ότι οι άνθρωποι ζουν περισσότερο, αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται και ο αριθμός των ατόμων που αντιμετωπίζουν ηλικιακά σχετιζόμενα προβλήματα κινητικότητας.

Συνολικά, τα κινητικά προβλήματα μπορούν να οφείλονται σε πολλούς παράγοντες, όπως ασθένειες(παθολογικό), κακή διατροφή, έλλειψη άσκησης, τραυματισμοί , ατυχήματα και γήρανση. Η πρόληψη και η αντιμετώπιση των παραπάνω παραγόντων μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη και αντιμετώπιση των κινητικών προβλημάτων.

1.3 Κατηγορίες κινητικών προβλημάτων

Η κινητική αναπηρία είναι μια κατάσταση κατά την οποία οι κινητικές λειτουργίες του σώματος είναι περιορισμένες ή απουσιάζουν πλήρως λόγω προβλημάτων με το νευρικό σύστημα. Αυτό μπορεί να συμβεί είτε λόγω βλάβης στον εγκέφαλο είτε στο νωτιαίο μυελό, καθώς και λόγω ασθενειών που επηρεάζουν τους μύες, τα νεύρα και τα κινητικά συστήματα του σώματος. Οι τύποι δυστυχώς είναι πολλαπλοί και ποικίλουν σε: Πληγίες, Παραπληγίες, Ημιπληγίες, Διπληγίες , Τετραπληγίες ,Αταξία και Κράμπες [8].

- Πληγίες (monoplegia): Αυτό συμβαίνει όταν η κινητική αναπηρία επηρεάζει μόνο ένα άκρο του σώματος.
- Ημιπληγίες (hemiplegia): Σε αυτή την περίπτωση, η κινητική αναπηρία επηρεάζει ένα ημισφαίριο του σώματος, συνήθως από τη μία πλευρά.
- Διπληγίες (diplegia): Συμβαίνει όταν η κινητική αναπηρία επηρεάζει τα άκρα του σώματος.
- Παραπληγίες (paraplegia): Είναι η κινητική αναπηρία επηρεάζει τα κάτω άκρα.
- Τετραπληγίες (quadriplegia): Σε αυτή την περίπτωση, η κινητική αναπηρία επηρεάζει όλο το σώμα, συμπεριλαμβανομένων των τεσσάρων άκρων.
- Αταξία(Ataxia) [9]: Είναι μια δυσλειτουργία στο κινητικό σύστημα, η οποία περιγράφει τη δυσκολία ελέγχου και συντονισμού των κινήσεων του σώματος.
- Κράμπες(Muscle Cramps): Πρόκειται για αιφνίδιες συσπάσεις στους μύες που προκαλούν έντονο πόνο και περιορίζουν την κίνηση. Οι κράμπες μπορούν να οφείλονται σε έλλειψη θρεπτικών συστατικών, αλλά και σε νευρολογικές ασθένειες.

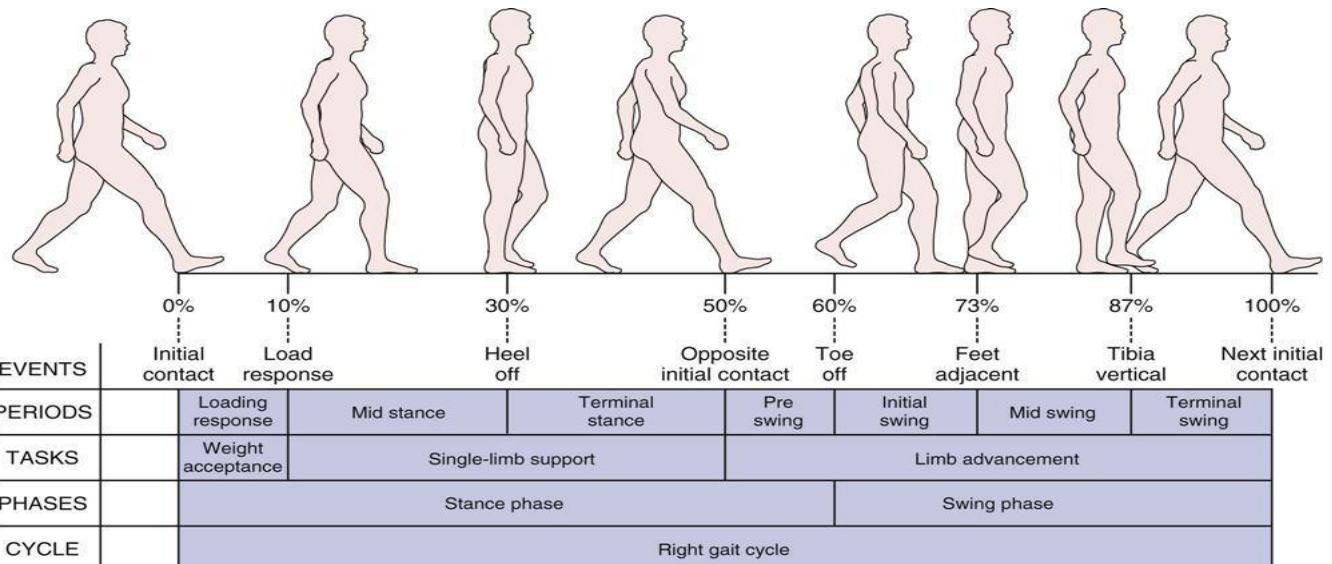
Εφόσον, αναλύθηκαν όλοι οι τύποι της κινητικής αναπηρίας στην συνέχεια του επόμενου υπό κεφαλαίου όπου θα συνδυαστεί η τεχνολογία της ανάλυσης με διαφορά μηχανήματα για την ανάρρωση του ασθενή ή την υποστήριξη του στα προβλήματα κινητικότητας.

1.4 Ανάλυση Βάδιση

Η τεχνολογία ανάλυσης βαδισμάτων (gait analysis) αναφέρεται στη χρήση τεχνικών για τη μέτρηση και ανάλυση της διαδικασίας του βαδίσματος ενός ατόμου. Στόχος είναι η κατανόηση και βελτίωση της κινητικής λειτουργίας, καθώς και η διάγνωση και θεραπεία προβλημάτων στον κινητικό αυτόματο σύστημα.

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες ανάλυσης βαδισμάτων, όπως η χρήση αισθητήρων κίνησης, η κινηματογραφία, η χρήση πλατφόρμων μέτρησης πίεσης και άλλες. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος είναι η χρήση αισθητήρων που τοποθετούνται στο σώμα του ατόμου και καταγράφουν την κίνηση του σε πραγματικό χρόνο. Οι αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα για τη θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση κατά τη διάρκεια του βαδίσματος. Ορίζονται βασικοί όροι και φάσεις στην ανάλυση βαδίσματος, οι οποίοι είναι οι εξής [10]:

- Πάτημα (stance phase): Το πάτημα αναφέρεται στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο το πόδι βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος.
- Σήψη (swing phase): Η σήψη αναφέρεται στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο το πόδι δεν βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος και κινείται μπροστά για να προετοιμαστεί για το επόμενο πάτημα.
- Αρχική επαφή (initial contact): Η αρχική επαφή αναφέρεται στο σημείο όπου το πόδι επανέρχεται σε επαφή με το έδαφος στην αρχή του πατήματος.
- Πλήρης επαφή (full contact): Η πλήρης επαφή αναφέρεται στη στιγμή κατά την οποία το πόδι επαφής επανέρχεται πλήρως στο έδαφος κατά τη διάρκεια του πατήματος.
- Αποχώρηση (toe off): Η αποχώρηση αναφέρεται στη στιγμή κατά την οποία το πόδι αποχωρεί από το έδαφος για να προετοιμαστεί για τη σήψη.



Εικόνα 5. Ανάλυση βαδίσματος (<https://musculoskeletalkey.com/assessment-of-gait/>)

Η ανάλυση βαδίσματος μπορεί να βοηθήσει σε πολλούς διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς και να προσφέρει πολλαπλά οφέλη. Μερικοί από αυτούς τους τομείς περιλαμβάνουν [11]:

Ιατρική: Η ανάλυση βαδίσματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση και την παρακολούθηση ασθενειών που επηρεάζουν το βηματισμό, όπως η πάρκινσον, η νόσος του Χάντινγκτον και η νόσος των μυών. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των επιπτώσεων τραυματισμών στο βηματισμό και την αποκατάσταση της κίνησης μετά από τραυματισμό.

- **Αθλητισμός:** Η ανάλυση βαδίσματος μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της απόδοσης στον αθλητισμό, επιτρέποντας στους αθλητές και στους προπονητές να αξιολογούν την τεχνική και την απόδοσή τους. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόληψη τραυματισμών και τη βελτίωση της θεραπείας αποκατάστασης μετά από τραυματισμό.
- **Επιστημονικές έρευνες:** Η ανάλυση βαδίσματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της κίνησης του ανθρώπου και της ανατομίας του σώματος κατά τη διάρκεια της κίνησης. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη καλύτερων αποτελεσμάτων στους τομείς της ιατρικής, της υγείας και της επιστήμης της άσκησης.
- **Ασφάλεια:** Η ανάλυση βαδίσματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση ανωμαλιών και πρόληψη τραυματισμών κατά τη διάρκεια της κίνησης, ειδικά σε επαγγελματικά περιβάλλοντα όπως οι βιομηχανικοί χώροι και οι καταστάσεις επικινδυνότητας.

- Ψυχολογία: Η ανάλυση βαδίσματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της συμπεριφοράς του ανθρώπου και της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον του. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση της ψυχολογίας του ανθρώπου και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του.

Η παρούσα διπλωματική εργασία θα επικεντρωθεί στην Ιατρική και πως μέσω αυτής γίνεται η θεραπεία και η υποστήριξη των ατόμων με κινητικά προβλήματα.

2. Ο ρόλος της Τεχνολογίας στην αποκατάσταση

2.1 Εισαγωγή στην ιατρική τεχνολογία

Η ιατρική τεχνολογία αναφέρεται στη χρήση τεχνολογικών εφαρμογών και συσκευών για την βελτίωση της ποιότητας και αποτελεσματικότητας της υγειονομικής περίθαλψης. Η ιατρική τεχνολογία καλύπτει μια ευρεία γκάμα τεχνολογιών και συσκευών, συμπεριλαμβανομένων των ακόλουθων [12]:

- **Ιατρικές συσκευές:** Περιλαμβάνουν συσκευές παρακολούθησης υγείας όπως οι μετρητές αρτηριακής πίεσης, οι μετρητές γλυκόζης στο αίμα, οι ηλεκτροκαρδιογράφοι, οι αναπνευστήρες και οι αποστειρωτές.
- **Ιατρικό λογισμικό:** Περιλαμβάνει ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία, συστήματα παρακολούθησης της υγείας των ασθενών και λογισμικό για τη διαχείριση της υγειονομικής περίθαλψης.
- **Ιατρική εικονική πραγματικότητα:** Η χρήση της τεχνολογίας VR για την εκπαίδευση των ιατρών και τη βελτίωση της ακρίβειας στην εγχείρηση. Ορισμένα παραδείγματα πιο συγκεκριμένων τεχνολογιών και εφαρμογών στην ιατρική τεχνολογία είναι οι εξής:
- **Τεχνητές Βαλβίδες Καρδιάς:** Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση βαλβίδων της καρδιάς που έχουν υποστεί βλάβη ή είναι ανεπαρκείς. Οι τεχνητές βαλβίδες μπορούν να κατασκευαστούν από διάφορα υλικά, όπως μέταλλα ή πλαστικά, και να τοποθετηθούν εντός της καρδιάς του ασθενούς με επέμβαση.
- **Το Ρομποτικό Χειρουργείο:** Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται για να επιτρέψει στους χειρουργούς να πραγματοποιούν επεμβάσεις με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα, με χρήση ρομπότ. Ο χειρουργός ελέγχει το ρομπότ με βοήθεια ενός υπολογιστή και τους κινητήρες του ρομπότ εξασφαλίζουν ακρίβεια και σταθερότητα κατά τη διάρκεια της επέμβασης.
- **Συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR):** Τα συστήματα AR χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της εκπαίδευσης και εκπαίδευσης των γιατρών, καθώς και για την ανάπτυξη νέων μεθόδων για την πρόληψη, διάγνωση και θεραπεία ασθενειών. Μέσω της χρήσης συσκευών όπως τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας ή tablet, οι γιατροί μπορούν να δουν εικονικά μοντέλα ασθενών,

επιτρέποντας τους να αναπτύξουν καλύτερη κατανόηση της ανατομίας και της φυσιολογίας του ανθρώπινου σώματος.

- Ψηφιακή Ιατρική: Η ψηφιακή ιατρική αναφέρεται στη χρήση τεχνολογιών όπως οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας, ηλεκτρονικές συνταγές και η τηλεϊατρική για τη βελτίωση της παροχής ιατρικής φροντίδας. Οι ηλεκτρονικοί φάκελοι υγείας αντικαθιστούν τη χρήση του χαρτιού και επιτρέπουν την εύκολη πρόσβαση των ιατρικών στοιχείων ενός ασθενούς από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου. Οι ηλεκτρονικές συνταγές επιτρέπουν στους γιατρούς να γράφουν συνταγές και να τις στέλνουν άμεσα στο φαρμακείο, μειώνοντας τον κίνδυνο λάθους και αυξάνοντας την ασφάλεια των ασθενών. Η τηλεϊατρική αναφέρεται στη χρήση της τεχνολογίας για την παροχή ιατρικής φροντίδας σε απόσταση, όπου οι ασθενείς μπορούν να συνδεθούν με γιατρούς και νοσοκομεία από το σπίτι τους μέσω τηλεφώνου ή υπολογιστή.

Συνολικά, η ιατρική τεχνολογία έχει μια πληθώρα εφαρμογών που μπορούν να βελτιώσουν την παροχή ιατρικής φροντίδας, από την πρόληψη και διάγνωση ασθενειών έως τη θεραπεία και την αποκατάσταση της υγείας του ασθενούς. Χωρίς αυτήν αναγνωρίζεται ότι δεν θα μπορούσε να λειτουργήσουν νοσοκομεία αλλά και ότι είδους μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για να σώσουν ζωές άμεσα η έμμεσα. Είναι πλέον ένα σημαντικό στέλεχος για την μακροζωία του μοντέρνου ανθρώπου.

2.2 Ιατρική Τεχνολογία στην ανάλυση βάδισης

Η ανάλυση βημάτων είναι μια μέθοδος ανάλυσης δεδομένων που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της δυναμικής του βηματισμού και της κίνησης του ανθρώπου. Στην ιατρική τεχνολογία, η ανάλυση βημάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάγνωση και τη θεραπεία παθήσεων που σχετίζονται με την κίνηση, όπως η πάρκινσον, η αρθρίτιδα, η νόσος του Χάντινγκτον και άλλες νευρομυϊκές ασθένειες [13].

Παραδείγματα χρήσης της ανάλυσης βημάτων στην ιατρική τεχνολογία περιλαμβάνουν την παρακολούθηση της κίνησης ασθενών με νόσο του Πάρκινσον. Ακόμα, η ανάλυση βημάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των διαταραχών κίνησης σε ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον. Με τη χρήση αισθητήρων που τοποθετούνται στο σώμα του ασθενούς, μπορούν να καταγραφούν δεδομένα για την κίνηση του πελματιαίου τόξου, το μήκος του

βηματισμού, την ταχύτητα και τον ρυθμό βηματισμού. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση προσαρμοσμένων θεραπειών, καθώς και για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους. Επιπλέον, η παρακολούθηση της κίνησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη και την παρακολούθηση της προόδου της νόσου, καθώς και για την πρόληψη πτώσεων.

Αξιολόγηση της αντοχής στην άσκηση και της ανακούφισης του πόνου: Η ανάλυση βημάτων μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αντοχής στην άσκηση και της ανακούφισης του πόνου σε ασθενείς που αντιμετωπίζουν πόνους στα πόδια. Με τη χρήση αισθητήρων βηματισμού, μπορούν να καταγραφούν δεδομένα για τον βηματισμό του ασθενούς κατά τη διάρκεια μιας άσκησης ή μιας θεραπείας. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση προσαρμοσμένων θεραπειών και για την παρακολούθηση της προόδου του ασθενούς.

Παραδείγματα συσκευών που χρησιμοποιούν ανάλυση βημάτων για την αξιολόγηση της κίνησης και τη διάγνωση ασθενειών είναι το Fitbit, το Garmin Vivofit, το Apple Watch και το Samsung Galaxy Watch. Επιπλέον, συσκευές καταγραφής βημάτων όπως οι αισθητήρες βηματισμού μπορούν να τοποθετηθούν στα παπούτσια των ασθενών για την καταγραφή της κίνησης τους.

Μια άλλη εφαρμογή της ανάλυσης βημάτων είναι η αξιολόγηση της ασφάλειας στην κίνηση του ανθρώπου. Για παράδειγμα, στους ηλικιωμένους, η ανάλυση βημάτων μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση ενός αυξημένου κινδύνου πτώσης και να προταθούν κατάλληλες ενέργειες για την πρόληψη τους.

Συνολικά, η ανάλυση βημάτων αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο όργανο για την αξιολόγηση της κινητικότητας και της ασφάλειας στην κίνηση του ανθρώπου και έχει πολλές εφαρμογές στην ιατρική τεχνολογία. Η σωστή ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων που παρέχει μπορεί να οδηγήσει σε αποτελεσματικότερες θεραπείες και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ασθενούς.

2.3 Κατηγορίες Εξοπλισμού για ανάλυση βάδισης

Η ανάλυση βάρδισης είναι ένας τρόπος να αξιολογήσουμε την κίνηση και την αντίσταση του σώματος μας κατά το περπάτημα ή το τρέξιμο. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση βάρδισης, συμπεριλαμβανομένων των εξής:

2.3.1 Δυναμοδάπεδα

Τα δυναμοδάπεδα (force plates) [14] είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της δύναμης που ασκείται σε αντικείμενα, όπως το ανθρώπινο σώμα, κατά τη διάρκεια διάφορων κινητικών δραστηριοτήτων, όπως η βάρδιση, η τρέξιμο, το άλμα και η εκτόνωση μπάλας.

Αποτελούνται από μια πλάκα με αισθητήρες που μπορούν να μετρήσουν τη δύναμη που ασκείται στο αντικείμενο που τοποθετείται στην επιφάνειά τους. Η δύναμη που ασκείται στην πλάκα μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα από τους αισθητήρες και καταγράφεται από έναν υπολογιστή. Ο υπολογιστής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της δύναμης και της κίνησης κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας.

Τα δυναμοδάπεδα χρησιμοποιούνται ευρέως στην έρευνα και την ανάπτυξη των αθλητικών εξοπλισμών, καθώς και στην κλινική αξιολόγηση της κίνησης και της λειτουργικότητας του σώματος.

Ένα είδος παραδείγματος για τα δυναμοδάπεδα είναι τα Bertec force plates.

- Wide range of applications
- Variety of sizes and load ranges
- Superior electronics
- Negligible cross talk, drift and signal interference
- Ease of data collection
- Strongest industry warranty



Εικόνα 6. Δυναμοδάπεδα Bertec (https://www.bertec.com/s/BER_ForcePlates-2.pdf)

2.3.2 Εξωσκελετικά μηχανήματα υποβοήθησης

Τα εξωσκελετικά μηχανήματα υποβοήθησης αποτελούν συστήματα που βοηθούν τους ανθρώπους με διάφορα κινητικά προβλήματα να κινούνται και να εκτελούν βασικές καθημερινές δραστηριότητες. Αυτά τα μηχανήματα είναι κυρίως σχεδιασμένα για άτομα με περιορισμένη κινητικότητα, όπως άτομα με παράλυση, νευρομυοπάθειες, κακώσεις σπονδύλου, αρθρίτιδα, αμφιβληστροειδοπάθειας και άλλες συνθήκες που επηρεάζουν την κινητικότητα.

Τα εξωσκελετικά μηχανήματα υποβοήθησης χρησιμοποιούνται επίσης στην κλινική πρακτική για τη διάγνωση και τη θεραπεία κινητικών δυσλειτουργιών. Η χρήση τους στην κλινική μπορεί να παρέχει σημαντικές πληροφορίες για το πώς λειτουργεί το ανθρώπινο σώμα και πώς επηρεάζεται από τραυματισμούς, ασθένειες ή άλλους παράγοντες.

Μερικά από τα δημοφιλέστερα εξωσκελετικά μηχανήματα υποβοήθησης είναι:

- Τα προσθετικά μέλη: Αυτά τα μηχανήματα βοηθούν ανθρώπους που έχουν απώλεια άκρων ή βλάβη στα άκρα τους. Μπορούν να είναι προσθετικά χέρια ή πόδια, ή άλλα είδη προσθετικών μελών.
- Οι εξωσκελετικοί περίπατοι: Αυτά τα μηχανήματα βοηθούν στην ενίσχυση της κίνησης των κάτω άκρων και στην αντιμετώπιση της παράλυσης. Μπορούν να χρησιμοποιούνται και για αποκατάσταση μετά από τραυματισμούς ή επεμβάσεις στο πόδι.
- Τα αναπηρικά αμαξίδια: Αυτά τα μηχανήματα βοηθούν στη μετακίνηση ατόμων με περιορισμένη κινητικότητα. Μπορούν να είναι χειροκίνητα, μηχανοκίνητα ή αυτοκινούμενα, και μπορούν να προσφέρουν διάφορες επιλογές, όπως η ηλεκτρική κίνηση ή οι αντιολισθητικοί τροχοί.
- Τα περιπατητικά αναπηρικά αμαξίδια: Αυτά τα μηχανήματα είναι παρόμοια με τα αναπηρικά αμαξίδια, αλλά επιτρέπουν στους χρήστες να περπατούν, όπως κάνουν με ένα περιπατητικό αναπηρικό.
- Τα βοηθητικά μηχανήματα περπατήματος: Αυτά τα μηχανήματα χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της παράλυσης και τη βελτίωση της κίνησης. Περιλαμβάνουν τα περιπατητικά αναπηρικά, τα παρακινούμενα περιπατητικά, τα περιπατητικά με βοήθεια, και άλλα.

- Συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας και εικονικής πραγματικότητας που βοηθούν τους ανθρώπους με περιορισμένη κινητικότητα να εκπαιδεύονται και να βελτιώνουν την κινητικότητά τους.

Η τεχνολογία έχει βελτιώσει τα εξωσκελετικά μηχανήματα υποβοήθησης, επιτρέποντας σε αυτά να είναι πιο εξελιγμένα και να προσφέρουν περισσότερη βοήθεια σε ανθρώπους με διάφορα κινητικά προβλήματα. Για παράδειγμα, κάποια εξωσκελετικά μηχανήματα χρησιμοποιούν σύγχρονες τεχνολογίες, όπως τα αισθητήρια κίνησης και η τεχνητή νοημοσύνη, για να παρέχουν ακριβέστερη και αποτελεσματικότερη υποβοήθηση στους χρήστες τους.

Επιπλέον, η ανάπτυξη εξωσκελετικών μηχανημάτων υποβοήθησης έχει βοηθήσει στην ανακούφιση της φυσικής και ψυχολογικής φόρτισης που βιώνουν οι φροντιστές και οι συγγενείς των ατόμων με περιορισμένη κινητικότητα.

Συνολικά, τα εξωσκελετικά μηχανήματα υποβοήθησης αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής ατόμων με περιορισμένη κινητικότητα και τη βελτίωση της ανεξαρτησίας τους. Ωστόσο, παραμένει σημαντικό να δοθεί έμφαση στην εκπαίδευση των χρηστών και των φροντιστών τους, έτσι ώστε να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν τα μηχανήματα με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.



Εικόνα 7. Εξωσκελετικό μηχανήμα (<https://walk-again.com/hal-therapy/>)

2.3.3 Αδρανειακοί αισθητήρες κίνησης

Οι αδρανειακοί αισθητήρες [15] κίνησης μπορούν να είναι μονοαξονικοί ή πολυαξονικοί. Οι μονοαξονικοί αισθητήρες μετρούν την επιτάχυνση ή την ταχύτητα σε μία κατεύθυνση, ενώ οι πολυάξονικοί αισθητήρες μπορούν να μετρήσουν την επιτάχυνση ή την ταχύτητα σε πολλαπλές κατευθύνσεις. Οι πιο συνηθισμένοι αδρανειακοί αισθητήρες κίνησης είναι τα επιταχυνσιόμετρα και τα γυροσκόπια.

Τα επιταχυνσιόμετρα μετρούν την επιτάχυνση σε σχέση με την ελεύθερη πτώση, ενώ τα γυροσκόπια μετρούν τη γωνιακή ταχύτητα της συσκευής σε σχέση με μία σταθερή αναφορά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλους αισθητήρες κίνησης για να παρέχουν πλήρη εικόνα της κίνησης του ανθρώπου.

Οι αδρανειακοί αισθητήρες κίνησης χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, όπως στη βιομηχανία, την ψυχαγωγία και την ιατρική. Στην ιατρική, χρησιμοποιούνται συχνά για την αξιολόγηση της κινητικότητας και της λειτουργικότητας των ασθενών, καθώς και για την παρακολούθηση της προόδου της θεραπείας.

Μερικά παραδείγματα από αδρανειακούς αισθητήρες κίνησης περιλαμβάνουν τους αισθητήρες Xsens MVN Awinda: Το Xsens MVN Awinda είναι ένα σύστημα αδρανειακών αισθητήρων κίνησης που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και ανάλυση της κίνησης του ανθρώπινου σώματος σε πραγματικό χρόνο. Πρόκειται για ένα επαγγελματικό σύστημα, καθώς η ακρίβεια και η αξιοπιστία του είναι υψηλή.



Εικόνα 8. αδρανειακοί αισθητήρες (<https://www.cgchannel.com/2013/06/xsens-launches-mvn-awinda-wireless-mocap-system/>)

2.2.4 Συστήματα καμερών

Τα συστήματα καμερών [16] είναι εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την καταγραφή της βάρδισης του ατόμου. Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από κάμερες που τοποθετούνται σε διαφορετικά σημεία κατά μήκος του σώματος του ατόμου και καταγράφουν την κίνηση και την θέση του σώματος κατά τη βάρδιση. Αυτές οι κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση των κινητικών παραμέτρων της βάρδισης όπως η ταχύτητα, η μορφή της κίνησης και η συχνότητα των βημάτων. Η ανάλυση αυτών των παραμέτρων μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της βάρδισης και στην επιλογή της κατάλληλης θεραπείας ή εξοπλισμού για τη βελτίωση της βάρδισης.

2.4 Πλατφόρμες Λογισμικού Ανάλυσης Βάρδισης

- **GAITRite:** Μια πλατφόρμα λογισμικού που χρησιμοποιείται στην ιατρική για την αξιολόγηση της περπάτησης και της κίνησης σε ασθενείς με διάφορες παθήσεις, όπως η νόσος του Πάρκινσον και οι εγκεφαλικές παραλύσεις.
- **OptoGait:** Μια πλατφόρμα λογισμικού που χρησιμοποιείται στην επιστήμη του αθλητισμού για τη μέτρηση της βαθμίδας, της ταχύτητας και των χρόνων αντίδρασης των αθλητών κατά τη διάρκεια της προπόνησης και των αγώνων.
- **Vicon Motion Systems:** Μια πλατφόρμα λογισμικού που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για τη μέτρηση των κινήσεων και των συμπεριφορών των ανθρώπων σε περιβάλλοντα εργασίας και σε ρεαλιστικά πειράματα.
- **Tekscan:** Μια πλατφόρμα λογισμικού που χρησιμοποιείται στην ιατρική για την ανάλυση της πίεσης και της κατανομής του βαδίσματος στους πάτους των ποδιών και της πίεσης στους καθίσματα κατά τη διάρκεια της καθημερινής ζωής και της αποκατάστασης.

Αυτές οι πλατφόρμες λογισμικού ανάλυσης βάρδισης επιτρέπουν τους ερευνητές, τους ιατρούς και τους αθλητικούς προπονητές να κατανοήσουν και να αξιολογήσουν τα δεδομένα του βαδίσματος και της κίνησης, προκειμένου να βελτιώσουν την απόδοση, την αντοχή και την αποκατάσταση των ασθενών και των αθλητών. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των συνεπειών των τραυματισμών, των νόσων και των επεμβάσεων στο σώμα.

3. Υποστηριζόμενο Υλικό από την πλατφόρμα

Στο παρόν κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί το υποστηριζόμενο υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην εκτέλεση της πτυχιακής εργασίας (υποστηρίζεται από την πλατφόρμα νέφους). Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούμε στο εξωσκελετικό μηχάνημα EksoNR και στο σύστημα καμερών Vicon που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή των κινήσεων των εθελοντών.

3.1 Εξωσκελετικό Μηχάνημα EksoNR:

Το εξωσκελετικό μηχάνημα EksoNR [17] είναι ένα ρομποτικό σύστημα που χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση κινητικών λειτουργιών σε ανθρώπους με περιορισμένη κινητικότητα. Το σύστημα αυτό επιτρέπει στο χρήστη να βιώσει μια φυσιολογική κίνηση και να αναπτύξει τη δύναμη και την ευελιξία που απαιτούνται για την κίνηση του σώματος.

Το EksoNR αποτελείται από ένα εξωσκελετικό πλαίσιο, το οποίο φοριέται από τον χρήστη και συνδέεται με έναν ηλεκτρονικό ελεγκτή. Το σύστημα επιτρέπει την επιλογή διαφόρων λειτουργικών κινήσεων και προσαρμόζεται στις ανάγκες του καθενός χρήστη. Επίσης, διαθέτει αισθητήρες που ανιχνεύουν την κίνηση του χρήστη και παρέχουν αντίστοιχες εντολές στο σύστημα για την πραγματοποίηση των κινήσεων.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του EksoNR είναι η δυνατότητά του να παρέχει επαρκή υποστήριξη στον χρήστη κατά τη διάρκεια της κίνησης, μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσης και τραυματισμού. Επιπλέον, οι κινήσεις που πραγματοποιούνται με το EksoNR είναι ασφαλείς και αποτελεσματικές, ενισχύοντας την αποκατάσταση των κινητικών λειτουργιών του χρήστη.

Στην πτυχιακή εργασία αυτή, χρησιμοποιήθηκε το EksoNR για την πραγματοποίηση των κινήσεων των εθελοντών κατά τη διάρκεια των πειραμάτων. Το σύστημα αυτό βοήθησε στην ασφαλή και αποτελεσματική εκτέλεση των κινήσεων και στην καταγραφή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 9. ExoNR εξωσκελετικό σύστημα (<https://eksobionics.com/eksonr/>)

3.2 Σύστημα Καμερών Vicon

Το σύστημα καμερών Vicon αποτελείται από ένα σύνολο υψηλής ανάλυσης καμερών που τοποθετούνται στον χώρο και ανιχνεύουν τη θέση και την κίνηση των αντικειμένων στο χώρο με μεγάλη ακρίβεια. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται στην ανθρώπινη κινητικότητα για την παρακολούθηση και την ανάλυση της κίνησης του ανθρώπου.

Η ακρίβεια του συστήματος Vicon επιτρέπει την παρακολούθηση της κίνησης του ανθρώπου σε υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας και ακρίβειας. Η χρήση του συστήματος Vicon σε συνδυασμό με το EksoNR βοήθησε στην καταγραφή της κίνησης των εθελοντών κατά τη διάρκεια των πειραμάτων με ακρίβεια και αναλυτικότητα.

Στην πτυχιακή εργασία αυτή, το σύστημα Vicon χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της κίνησης των εθελοντών κατά τη διάρκεια των πειραμάτων. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από το σύστημα Vicon χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Συνολικά, η χρήση του συστήματος EksoNR σε συνδυασμό με το σύστημα καμερών Vicon αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη μελέτη και ανάλυση της ανθρώπινης κίνησης. Αυτό το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς τομείς, όπως στην αναπηρία και στην αποκατάσταση της κινητικότητας, στην φυσικοθεραπεία, στην εκπαίδευση στην αθλητική απόδοση και στην μελέτη της κίνησης γενικότερα.

Επιπλέον, η χρήση του συστήματος Vicon σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες όπως η εικονική πραγματικότητα και η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της επίδοσης του ανθρώπου και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και εφαρμογών στον τομέα της κινητικότητας και της υγείας.



Εικόνα 10. Σύστημα Καμερών Vicon (<https://www.vicon.com/hardware/cameras/valkyrie/>)

4. Τεχνολογίες Υπολογιστικού Νέφους

Το παρόν κεφάλαιο ασχολείται με τις τεχνολογίες/γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση την πλατφόρμα νέφους που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας και περιλαμβάνει μια ανάλυση των τεχνολογιών παρασκηνίου (back-end) και προσκηνίου (front-end). Συγκεκριμένα, στην ενότητα 4.1 αναλύονται οι τεχνολογίες παρασκηνίου, ενώ στην ενότητα 4.2 αναλύονται οι τεχνολογίες προσκηνίου. Στο πλαίσιο αυτό, αναλύονται οι τεχνολογίες PHP και Yii2, καθώς και οι βάσεις δεδομένων MySQL και MongoDB. Ενώ στην επόμενη ενότητα αναλύονται οι τεχνολογίες HTML5, CSS3 και ECMAScript (JavaScript), καθώς και η τεχνολογία AJAX.

4.1 Τεχνολογίες Παρασκηνίου (Back-end)

Οι τεχνολογίες παρασκηνίου αποτελούν το κομμάτι της εφαρμογής που αναλαμβάνει την επεξεργασία των δεδομένων και την παραγωγή των αποτελεσμάτων που εμφανίζονται στο χρήστη μέσω του προγράμματος περιήγησης (browser). Στην ενότητα αυτή αναλύονται η γλώσσα προγραμματισμού PHP και το πλαίσιο εφαρμογών Yii2, καθώς και οι βάσεις δεδομένων MySQL και MongoDB.

4.1.1 PHP

Η PHP (Hypertext Preprocessor) [18] είναι μια γλώσσα προγραμματισμού διαδικτύου που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων. Είναι μια open-source γλώσσα, το οποίο σημαίνει ότι είναι δωρεάν και οποιοσδήποτε μπορεί να τη χρησιμοποιήσει και να την τροποποιήσει. Η PHP είναι εύκολη στην εκμάθηση και επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν δυναμικά περιεχόμενα στις ιστοσελίδες.



Εικόνα 11. . Λογότυπο της PHP (<https://www.php.net>)

4.1.1.1 Yii2

Το Yii2 [19] είναι ένα ανοικτού κώδικα πλαίσιο εφαρμογών για τη δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων και εφαρμογών. Το πλαίσιο επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύσσουν εύκολα και γρήγορα επαγγελματικές εφαρμογές με συνεχείς ενημερώσεις και επεκτασιμότητα. Το Yii2 παρέχει αρκετές λειτουργίες, όπως δυνατότητα αυθεντικοποίησης, συστήματα διαχείρισης περιεχομένου και ευέλικτα συστήματα δρομολόγησης. Πιο συγκεκριμένα:

- Αξιοποιεί το πρότυπο MVC (Model View Controller)
- Δημιουργεί συνθέτες προδιαγραφές υπηρεσιών, όπως XML πρότυπο (Web Services Description Language – WSDL) που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την λειτουργικότητα και να διαχειριστεί την διεκπεραίωση των υπηρεσιών διαδικτύου (Web Services),
- Η Διεθνοποίηση (I18N) και τοπικοποίηση (L10N) είναι εύκολο για να εφαρμοστούν στις εφαρμογές και να χρησιμοποιηθούν από τους προγραμματιστές του λογισμικού ώστε να μεταγλωττιστεί το λογισμικό στην επιθυμητή γλώσσα.
- Οι δυνατότητες που δίνει το Yii για την προσωρινή μνήμη (cache) είναι ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα. Η προσωρινή μνήμη βοηθά στην μείωση του κόστους των υπολογισμών των δεδομένων, καθώς αυτά είναι ήδη αποθηκευμένα στην κεντρική μνήμη, και υποστηρίζονται σε επίπεδο βάσης δεδομένων, διαδικτυακής ιστοσελίδας και δυναμικού περιεχομένου.
- Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του λογισμικού είναι οι διαχείριση των λαθών και αρχείων καταγραφών για τους προγραμματιστές. Με αποτέλεσμα να γίνεται εύκολη η αποσφαλμάτωση.
- Καθιστά εύκολη η δημιουργία αυτόματων δοκίμων με χρήση των πιο γνωστών λογισμικών δοκίμων σε γλώσσα PHP, όπως το PHPUnit. Η δημιουργία αυτόματων δοκίμων είναι αναγκαία για να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα και η ορθότητα των λειτουργικών απαιτήσεων.

- Αυτοματοποιεί τη δημιουργία κώδικα για τον σκελετό της εφαρμογής μέσω του εργαλείου Gii, το οποίο παράγει ιστοσελίδες CRUD (Create Read Update Delete). Αυτές οι ιστοσελίδες παράγονται σύμφωνα με ένα υπάρχον μοντέλο που συνδέεται άμεσα με την βάση δεδομένων



Εικόνα 12. Λογότυπο του Yii (<https://www.yiiframework.com/>)

4.1.2 Βάση Δεδομένων

Η βάση δεδομένων είναι μια οργανωμένη συλλογή δεδομένων που αποθηκεύονται σε έναν υπολογιστή ή σε ένα δίκτυο και επιτρέπουν την αποτελεσματική ανάκτηση, διαχείριση και ενημέρωση των δεδομένων. Η χρήση βάσεων δεδομένων είναι απαραίτητη για τη δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων και εφαρμογών.

Υπάρχουν πολλοί τύποι βάσεων δεδομένων, όπως οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούνται συχνά με τη PHP. Η MySQL είναι μια από τις πιο δημοφιλείς σχεσιακές βάσεις δεδομένων και συχνά χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τη PHP.

Η PHP παρέχει διάφορες ενσωματωμένες λειτουργίες για τη σύνδεση και τη διαχείριση βάσεων δεδομένων. Οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις λειτουργίες ή να χρησιμοποιήσουν ένα πλαίσιο εργασίας όπως το Yii2 που προσφέρει επιπλέον λειτουργικότητα για τη σύνδεση και τη διαχείριση βάσεων δεδομένων.

Επιπλέον, η PHP υποστηρίζει επίσης άλλους τύπους βάσεων δεδομένων, όπως η NoSQL βάση δεδομένων MongoDB. Η MongoDB είναι μια διαδικτυακή, ανοιχτού κώδικα βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί ένα μοντέλο δεδομένων με διάταξη εγγράφων αντί για το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων των σχεσιακών βάσεων. Η PHP παρέχει επίσης ειδικές εντολές για τη σύνδεση και τη διαχείριση της MongoDB.

4.1.2.1 MySQL

Η MySQL [20] είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων ανοιχτού κώδικα που αναπτύσσεται και συντηρείται από την Oracle Corporation. Είναι μια από τις πιο δημοφιλείς βάσεις δεδομένων στον κόσμο και χρησιμοποιείται από εκατομμύρια εφαρμογές και ιστοσελίδες.

Η MySQL υποστηρίζει τη γλώσσα SQL (Structured Query Language), η οποία χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των δεδομένων στη βάση. Με τη βοήθεια του SQL, μπορούμε να δημιουργήσουμε, να διαγράψουμε, να ενημερώσουμε και να ανακτήσουμε δεδομένα από τη βάση. Επίσης, υποστηρίζει τη δημιουργία περίπλοκων ερωτημάτων, όπως ερωτήματα που συνδυάζουν πολλαπλούς πίνακες ή ερωτήματα που χρησιμοποιούν συναρτήσεις και παραμέτρους. Επιπλέον, υποστηρίζει τη διαχείριση των δεδομένων μέσω διαφόρων εργαλείων και εφαρμογών, όπως η MySQL Workbench και η phpMyAdmin

Η MySQL είναι επίσης γνωστή για την αξιοπιστία και την απόδοσή της, καθώς μπορεί να χειριστεί μεγάλα όγκους δεδομένων και να παρέχει γρήγορη ανάκτηση δεδομένων. Επιπλέον, είναι εύκολο στη χρήση και στην εγκατάσταση. Ωστόσο, η MySQL έχει και μερικά μειονεκτήματα. Μερικοί ισχυρίζονται ότι η MySQL δεν είναι τόσο ευέλικτη όσο άλλες βάσεις δεδομένων, και ότι η αρχιτεκτονική της δεν είναι ιδανική για υπερβολικά μεγάλους όγκους δεδομένων. Επίσης, η MySQL δεν υποστηρίζει πλήρως τα χαρακτηριστικά της ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) που απαιτούνται σε ορισμένες εφαρμογές.

Παρ' όλα αυτά, η MySQL εξακολουθεί να είναι μια δημοφιλής επιλογή για πολλούς προγραμματιστές και εταιρείες, και παρέχει αξιόπιστες και αποδοτικές λύσεις για τη διαχείριση των δεδομένων τους.



Εικόνα 5. MySQL λογοτυπο (<https://www.mysql.com/>)

4.1.2.2 MongoDB

Η MongoDB [21] είναι μια NoSQL βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε το 2007 και έχει γίνει πολύ δημοφιλής τα τελευταία χρόνια. Η MongoDB χρησιμοποιεί ένα μοντέλο δεδομένων βασισμένο σε έγγραφα (document-based), όπου κάθε έγγραφο περιλαμβάνει διαφορετικά πεδία και δεδομένα.

Μια από τις βασικές δυνατότητες της MongoDB είναι η δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας μεγάλων όγκων δεδομένων. Επιπλέον, η MongoDB υποστηρίζει την κλιμάκωση (scaling) των εφαρμογών, χωρίς να απαιτείται αλλαγή του μοντέλου δεδομένων.

Η MongoDB επίσης παρέχει μια ευέλικτη δομή στα δεδομένα, καθώς μπορεί να αλλάξει το σχήμα των δεδομένων κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του προγράμματος. Αυτό καθιστά την MongoDB ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν συχνές αλλαγές στο σχήμα των δεδομένων.

Επιπλέον, η MongoDB υποστηρίζει την αναζήτηση με βάση το περιεχόμενο των εγγράφων και την ανάπτυξη προηγμένων ερωτημάτων μέσω της γλώσσας ερωτημάτων MongoDB (MongoDB Query Language). Επιπλέον, η MongoDB υποστηρίζει αναγνωριστικά κλειδιά

(indexes) για τη βελτιστοποίηση των ερωτημάτων, και διαθέτει εργαλεία για τη διαχείριση και την ανάλυση των δεδομένων.

Συνολικά, οι βάσεις δεδομένων MySQL και MongoDB παρέχουν διαφορετικά πλεονεκτήματα και επιλογές στους προγραμματιστές και τους αναλυτές δεδομένων, ανάλογα με τις ανάγκες τους και τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών που αναπτύσσουν και ο συνδυασμός τους είναι αναγκαίος για την υλοποίηση εφαρμογών νέφους όπως στην παρούσα διπλωματική εργασία.



Εικόνα 13. MongoDB λογότυπο(<https://www.mongodb.com/>)

4.2. Τεχνολογίες Προσκηνίου (Front-end)

Οι τεχνολογίες προσκηνίου (Front-end) αναφέρονται στα εργαλεία και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του περιβάλλοντος της διαδικτυακής εφαρμογής που βλέπει ο χρήστης. Σε αυτήν την ενότητα θα αναφερθούμε σε τρεις βασικές τεχνολογίες προσκηνίου που είναι καίριες για τη δημιουργία διαδικτυακών εφαρμογών: την HTML5, την CSS3 και την ECMAScript (JavaScript).

4.2.1 HTML5

Η HTML5 [22] είναι η πέμπτη έκδοση της γλώσσας σήμανσης HTML (Hypertext Markup Language). Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία δομημένου περιεχομένου στον ιστό. Η HTML5 παρέχει νέες δυνατότητες όπως βίντεο και ήχος χωρίς τη χρήση πρόσθετων προγραμμάτων (π.χ. Flash), γεωτοποθέτηση, συσκευές αφής και πολλές άλλες δυνατότητες.

Η HTML5 βασίζεται σε πολλά στοιχεία που υποστηρίζουν τον προγραμματισμό και τη δημιουργία δομημένου περιεχομένου. Επίσης, η HTML5 χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες προσκηνίου, όπως η CSS3 και η ECMAScript, για τη δημιουργία εντυπωσιακών και λειτουργικών διαδικτυακών εφαρμογών.

HTML



Εικόνα 14. HTML5 λογότυπο (<https://en.wikipedia.org/wiki/HTML5>)

4.2.2 CSS3

Η CSS3 [23] (Cascading Style Sheets) είναι η τρίτη έκδοση του συνόλου των κανόνων που χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση του περιεχομένου HTML στον περιηγητή. Χρησιμοποιείται για την εφαρμογή στυλ στον ιστό, π.χ. χρώματα, γραμματοσειρές, μεγέθη κειμένου, διάταξη και πολλά άλλα.

Η CSS3 προσφέρει νέες δυνατότητες, όπως η διαφανής επεξεργασία εικόνων, ο στρογγυλεμένος σχεδιασμός, η σκίαση, η μεταβολή χρωμάτων και πολλά άλλα που έχουν να κάνουν με την εμφάνιση της ιστοσελίδας. Επίσης, Η CSS3 είναι συμβατή με πολλούς περιηγητές, όπως ο Google Chrome, ο Mozilla Firefox, ο Microsoft Edge, ο Safari και άλλοι. Υποστηρίζει επίσης τη δημιουργία ανταποκρίσεων στην οθόνη, που σημαίνει ότι οι ιστοσελίδες μπορούν να προσαρμοστούν σε διαφορετικά μεγέθη οθονών και συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα και tablet.

CSS



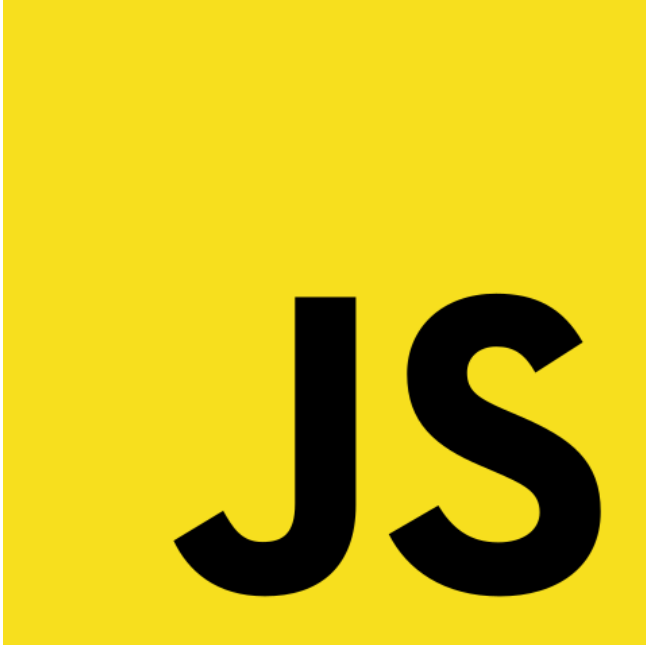
Εικόνα 15. CSS λογότυπο (<https://el.wikipedia.org/wiki/CSS>)

4.2.3 ECMAScript (JavaScript)

Η ECMAScript [24] είναι η πρότυπη γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαδικτυακών εφαρμογών στον περιηγητή. Η πιο δημοφιλής υλοποίηση της είναι η JavaScript.

Επιπλέον, η ECMAScript προσφέρει πολλές δυνατότητες, όπως η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το χρήστη, η δημιουργία δυναμικών σελίδων, η διαχείριση γεγονότων και άλλα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αλλαγή του περιεχομένου της σελίδας χωρίς ανανέωση της σελίδας, μέσω της τεχνολογίας AJAX.

Τέλος, η ECMAScript είναι επίσης συνδεδεμένη με την HTML και την CSS, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει δυναμικό περιεχόμενο σε μια σελίδα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση δεδομένων στην πλευρά του πελάτη ή του διακομιστή, όπως η ανταλλαγή δεδομένων με τον διακομιστή χωρίς ανανέωση της σελίδας.



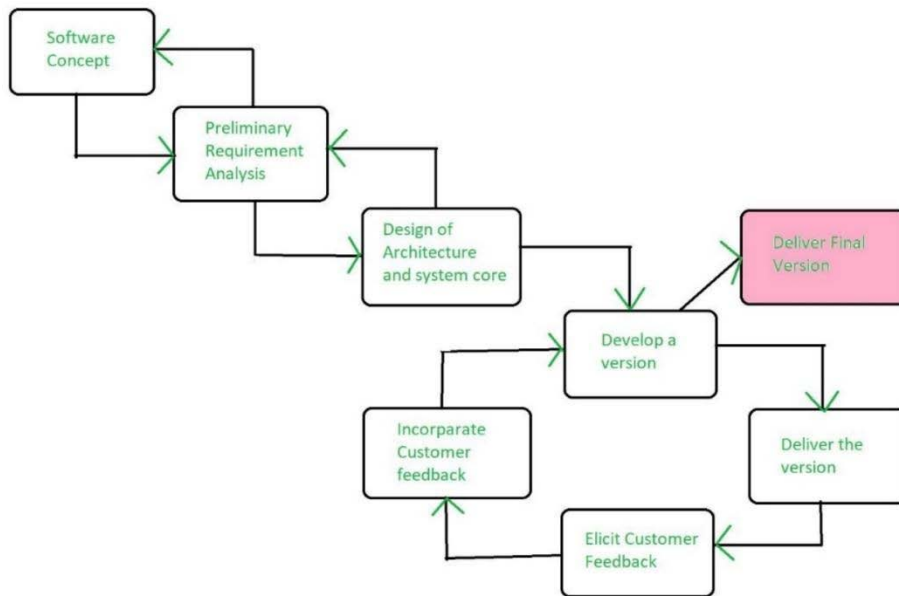
Εικόνα 16. JavaScript λογότυπο (<https://el.wikipedia.org/wiki/JavaScript>)

5. Υλοποίηση Πλατφόρμας

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους για την καταγραφή και παρακολούθηση σημάτων ανάλυσης βιάδισης. Η εφαρμογή παρέχει ένα ασφαλές και φιλικό περιβάλλον στους χρήστες ώστε να παρακολουθούν, εξετάζουν και συγκρίνουν τα δεδομένα των σημάτων.

5.1 Σχεδιασμός πλατφόρμας

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν αναλυτικά όλα τα στάδια της ανάπτυξης λογισμικού. Σημειώνεται πως για την καταγραφή των απαιτήσεων χρησιμοποιείται ο ορός πελάτης, όπου ο πελάτης είναι ένα πλασματικός χαρακτήρας που δημιουργήθηκε για την εξυπηρέτηση και διεκπεραίωση της εφαρμογής. Η ανάπτυξη λογισμικού είναι μια συνθέτη και χρονοβόρα διαδικασία που ακολουθείται από την υλοποίηση λογισμικών και εφαρμογών, προσφέρει βέλτιστα αποτελέσματα και εξοικονόμηση χρόνου στους πελάτες αλλά και στις επιχειρήσεις υλοποίησης λογισμικών. Η μεθοδολογία που ακολουθείται στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας είναι η Εξελικτική Ανάπτυξη (Evolutionary Development) [25], η συγκεκριμένη διαδικασία έχει ως πρώτο βήμα την καταγραφή όλων των απαιτήσεων (λειτουργικών, μη λειτουργικών) και η συγγραφή των λειτουργικών απαιτήσεων γίνεται σταδιακά ανά κομμάτι του έργου (εικόνα 17). Στην συνέχεια, ακολουθεί η ανάπτυξη λογισμικού η οποία υλοποιείται και παρουσιάζεται στο πελάτη ώστε να εγκριθεί ή να τροποποιηθεί. Οι διαδικασίες αυτές επαναλαμβάνονται μέχρι να ολοκληρωθεί η εφαρμογή, σε σύγκριση π.χ με την μέθοδο του Καταρράκτη (Waterfall model) [26] που δεν υπάρχει άμεση αλληλεπίδραση με τον πελάτη αλλά μόνο όταν υλοποιηθεί όλο το λογισμικό.



Εικόνα 17. Εξελεγκτική Ανάπτυξη διάγραμμα ροής (<https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/20190430124930/33331.jpg>)

5.1.1 Καταγραφή μη λειτουργικών απαιτήσεων

Είναι αναγκαία η αναλυτική καταγραφή των μη λειτουργικών απαιτήσεων πριν την ανάπτυξη του λογισμικού διότι οι απαιτήσεις αυτές αφορούν την έμμεση λειτουργικότητα της πλατφόρμας, δηλαδή ορίζουν τους περιορισμούς στις υπηρεσίες ή στις λειτουργικές που προσφέρει το σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, οι απαιτήσεις αυτές αφορούν την αξιοπιστία, τις τεχνολογίες και τις αρχιτεκτονικές που θα χρησιμοποιηθούν κατά το στάδιο της υλοποίησης του έργου. Ωστόσο δεν είναι πάντα κατανοητή η διαχώριση κάποιων λειτουργικών απαιτήσεων από τις μη λειτουργικές αλλά εξετάζονται και σύμφωνα με την εμπειρία του προγραμματιστή κατηγοριοποιούνται στην κατάλληλη θέση. Σύμφωνα με τις επιθυμίες του πελάτη καταγράφηκαν οι παρακάτω μη λειτουργικές απαιτήσεις.

1. Αξιοπιστία

- Η πλατφόρμα θα πρέπει να εξασφαλίζει στον χρήστη ότι θα συμβαίνουν σχεδόν μηδαμινές αποτυχίες όταν το λογισμικό θα εκτελείται από αυτόν.
- Το σύστημα θα πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμο όταν γίνεται προσπέλαση από τον πελάτη μέσω φυλλομετρητή.

- Η εφαρμογή θα πρέπει να αποθηκεύει όλα τα δεδομένα που επιθυμεί ο πελάτης και τα δεδομένα αυτά θα πρέπει να καταχωρηθούν όπως είναι και η διαγραφή θα γίνεται μόνο με την συγκατάθεση του πελάτη.

2. Συντήρηση

- Η εφαρμογή θα πρέπει να δίνει την δυνατότητα συντήρησης και επανελέγχου ώστε οι λειτουργίες τις πλατφόρμας να είναι όπως επιθυμεί ο πελάτης αλλά αφού εγκριθεί με τον προγραμματιστή

3. Απόδοση

- Η εφαρμογή θα πρέπει να ανταποκρίνεται σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο όταν εκτελείται από τον πελάτη μέσω του φυλλομετρητή του, ακόμα και όταν υπάρχει μεγάλο φορτίο στον διακομιστή που εκτελείται η πλατφόρμα.
- Η πλατφόρμα δεν θα πρέπει να καταλαμβάνει μεγάλο αποθηκευτικού χώρου του διακομιστή αλλά μόνο για την αποθήκευση απλών αρχείων, δεδομένων στην βάση δεδομένων και αρχείων πολυμέσων του πελάτη.

4. Εξελιξιμότητα

- Η εφαρμογή θα πρέπει να αποθηκεύει τα προηγούμενα δεδομένα τις βάσεις δεδομένων αλλά και την ιστορικότητα εξέλιξης του πηγαίου κώδικα.
- Η πλατφόρμα θα πρέπει να εκτελείται σε όλους τους φυλλομετρητές ανεξάρητου του λειτουργικού συστήματος για όλη την χρονική διάρκεια συντήρησης του έργου ώστε να είναι προσπελάσιμη από τον πελάτη.

5. Συμβατότητα

- πλατφόρμα θα πρέπει να εκτελείται σε όλους τους 5 πιο διάσημους φυλλομετρητές ανεξάρητου του λειτουργικού συστήματος

6. Βάση Δεδομένων

- Το λογισμικό θα αποθηκεύει όλα τα δεδομένα για την των σημάτων ανάλυσης βαδίσματος σε MongoDB (NoSQL) βάση δεδομένων ώστε να μην υπάρχει καθυστέρηση όταν τα δεδομένα αυτά θα επικαλούνται από την εφαρμογή.

- Η εφαρμογή θα πρέπει να αποθηκεύει όλα τα υπόλοιπα δεδομένα του χρήστη και αυτά που είναι αναγκαία για να εκτελείται σε MySQL βάσης δεδομένων ώστε να πιστοποιούνται και να εγκρίνεται η ορθότητα των σχεσιακών οντοτήτων.

7. Κόστος

- Το κόστος υλοποίησης όλης της πλατφόρμας δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 10.000 ευρώ συνολικά
- Το κόστος συντήρησης της εφαρμογής που θα εγγυάται την σωστή λειτουργία των λειτουργιών δεν πρέπει να υπερβαίνει 2000 ευρώ κάθε χρόνο

Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι θα δημιουργηθεί μια διαδικτυακή πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους που θα εκτελείται στην γλώσσα PHP και θα μεταγλωττίζεται σε HTML5 ώστε να είναι προσβάσιμη από όλους τους γνωστούς φυλλομετρητές. Επίσης προκύπτει ότι για την εισαγωγή των μεγάλων δεδομένων (Big Data) των σημάτων θα γίνεται η αποθήκευση στην βάση δεδομένων MongoDB, ενώ για όλα τα υπόλοιπα δεδομένα θα γίνεται αποθήκευση στην MySQL. Τέλος, γίνεται αντιληπτό ότι η πλατφόρμα και οι υπηρεσίες των βάσεων δεδομένων θα εκτελούνται σε εξωτερικό διακομιστή (προμηθευτής υπολογιστικού νέφους) ώστε να είναι πάντα άμεσα προσβάσιμο από λεπτό πελάτη (thin client).

5.1.2 Καταγραφή λειτουργικών απαιτήσεων

Οι λειτουργικές απαιτήσεις, είναι οι απαιτήσεις του πελάτη που αφορούν την άμεση λειτουργικότητα της εφαρμογής και την όψη της. Σύμφωνα με την διαδικασία εξελικτικού προγραμματισμού που ακολουθείται στην παρούσα διπλωματική εργασία, αναγράφονται αναλυτικά οι απαιτήσεις λογισμικού, έπειτα συγγράφεται ο πηγαίος κώδικας και μετά γίνεται παρουσίαση στον πελάτη για το συγκεκριμένο κομμάτι της πλατφόρμας. Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας θεωρείται ότι παρουσιάζεται κάθε ολοκληρωμένη οθόνη (page) ξεχωριστά αντί για τμήματα οθονών της πλατφόρμας στον πελάτη, όπως προδιαγράφεται από το μοντέλο του εξελικτικού προγραμματισμού.

Επιπλέον, ο πελάτης επιθυμούσε όλες οι οθόνες και λειτουργικότητες της εφαρμογής να είναι ασφαλισμένες και ο μόνος τρόπος προσπέλασης τους να είναι με λογαριασμούς χρηστών. Ωστόσο, για να λόγους ασφάλειας αποφασίστηκε ότι οι κωδικοί των χρηστών

στην βάση δεδομένων MySQL θα είναι κρυπτογραφημένοι μέσω DES-based encryption, αυτό σημαίνει ότι δεν ο κωδικός πρόσβασης δεν θα μπορεί να διαβαστεί αλλά μόνο να επαληθευθεί όταν το αλφαριθμητικό είναι ένα προς ένα τα γράμματα ορθά. Οπότε ακόμα και στη χειρότερη περίπτωση υποκλοπής της βάσης δεδομένων MySQL, οι ένοχοι δεν θα μπορέσουν να συνδεθούν στην διαδικτυακή πλατφόρμα αλλά μόνο θα βλέπουν τα δεδομένα που δεν έχουν μεγάλη αξία και μικρή ευαισθησία (προσωπικά δεδομένα μικρής αξίας).

5.1.2.1 Κεντρικό σχέδιο (Layout)

Σύμφωνα από τις απαιτήσεις του πελάτη, όλες οι όψεις των οθονών (σελίδων) θα πρέπει να ενταχθούν στο κεντρικό σχέδιο ώστε να υπάρχει μια ομοιόμορφη δομή και ένα φιλικό περιβάλλον για τον χρήστη. Επιπλέον στο κεντρικό σχέδιο θα ενταχθεί και το μενού που θα περιέχει όλους τους συνδέσμους των διαχειριστών (controllers) των όψεων και όταν η σχετική διαδρομή είναι επιλεγμένη τότε θα πρέπει να εμφανίζεται με διαφορετικό τρόπο στον χρήστη. Τέλος, η εφαρμογή θα εμφανίζει με φιλικό τρόπο το προφίλ του πελάτη και να επιτρέπει να κάνει αποσύνδεση από τον λογαριασμό του αφού πατήσει το συγκεκριμένο κουμπί.

5.2.1.2 Κεντρική οθόνη (Dashboard)

Για την υλοποίηση της κεντρικής οθόνης καταγράφηκαν οι εξής λειτουργικές απαιτήσεις σύμφωνα με τις επιθυμίες και ανάγκες του πελάτη

- Η πλατφόρμα θα δείχνει με γράφημα την εγγραφή των χρηστών ημερησίως.
- Η πλατφόρμα θα παρουσιάζει με γράφημα την εισαγωγή αρχείων σημάτων ημερησίως
- Η εφαρμογή θα απεικονίζει με γράφημα τα εισαγωγή των δραστηριοτήτων των ασθενών ημερησίως
- Τέλος, στην εφαρμογή θα εμφανίζονται με νούμερο και εικονίδιο αντίστοιχα για χρήστες, δραστηριότητες και όλα τα δεδομένα στην MongoDB

5.1.2.3 Οθόνη γράφημα δεδομένων (Graphs)

Για την δημιουργία της οθόνη με το γράφημα δεδομένων που είναι τα σήματα βάρδισης των ασθενών και τις ανάγκες του πελάτη καταγράφηκαν τα οι εξής λειτουργικές απαιτήσεις

- Η εφαρμογή να επιτρέπει το φιλτράρισμα των δεδομένων επιλέγοντας ένα ή περισσότερα αρχεία δεδομένων των ασθενών.
- Η πλατφόρμα θα πρέπει να γίνει το φιλτράρισμα των δεδομένων επιλέγοντας την δραστηριότητα
- Στο έργο θα επιτρέπεται η εμφάνιση των δεδομένων ασθενών (id, βάρος, ύψος, γένος) που είναι επιλεγμένα τα δεδομένα σημάτων κίνησης
- Στην εφαρμογή το κεντρικό γράφημα θα πρέπει να έχει όλες τις στήλες των χαρακτηριστικών και να εμφανίζονται φιλικά στον χρήστη αλλά να μπορεί να επιλεχθούν μερικές στήλες από αυτόν
- Στην πλατφόρμα όλες οι κλήσεις (request) από τον πελάτη θα γίνονται ασύγχρονα εκτός της πρώτης. Αυτό σημαίνει πως η υλοποίηση θα πρέπει να ανανεώνει τα δεδομένα σύμφωνα με τις ενέργειες που πελάτη χωρίς να γίνεται ανανέωση στον φυλλομετρητή του.

5.2 Σχεδιασμός λειτουργικότητας

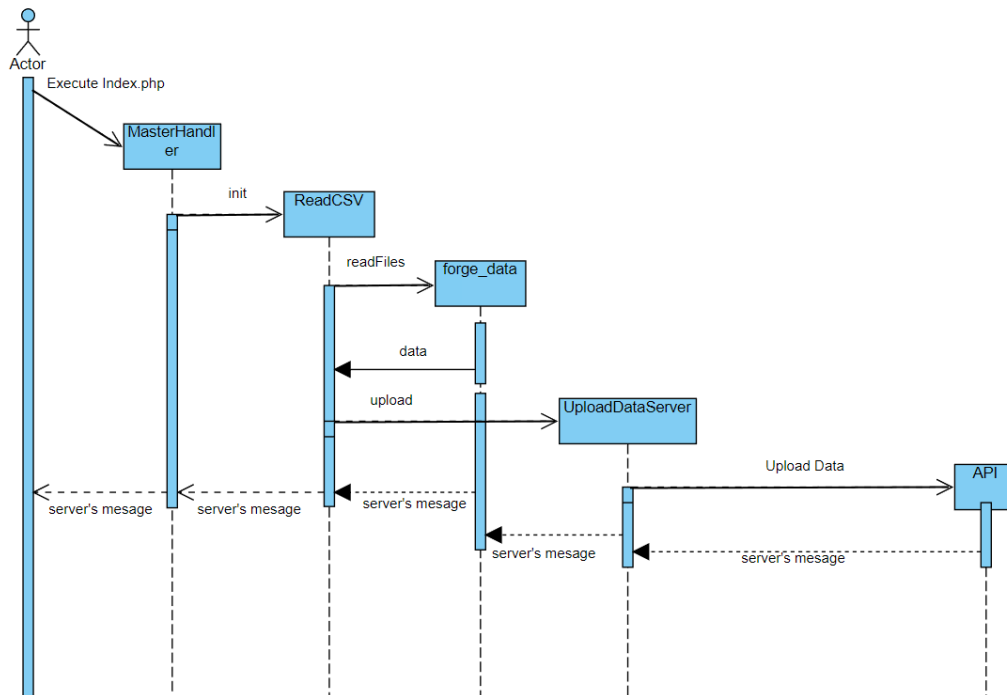
Σύμφωνα με την μεθοδολογία της Εξελικτικής Ανάπτυξης αφού έγινε η καταγραφή όλων των μη λειτουργικών και λειτουργικών απαιτήσεων σειρά έχει ο σχεδιασμός της εφαρμογής ανά κομμάτι. Για τον σχεδιασμό της πλατφόρμας συνήθως δημιουργούνται διαγράμματα διαφόρων τύπων ώστε να γίνουν αντιληπτές οι λειτουργίες της εφαρμογής ανάμεσα από τους προγραμματιστές αλλά και για να είναι πιο εύκολη η υλοποίηση της. Η φάση αυτή είναι σημαντική ακόμα και χρονοβόρα γιατί τα προβλήματα που προκύπτουν από την καταγραφή των απαιτήσεων μπορούν να επιλυθούν πιο εύκολα σε σύγκριση όταν είναι στην υλοποίηση και θα πρέπει να διαγραφεί κομμάτια ή ολόκληρος ο πηγαίος κώδικας.

5.2.1 Συλλέκτης/αποστολέας δεδομένων

Για να γίνει εισαγωγή των δεδομένων σημάτων κίνησης στην πλατφόρμα, θα πρέπει να κανονικοποίηση των δεδομένων από την αρχική τους μορφή (csv,txt) και σε μια μορφή που μπορεί να αναγνωριστεί από την εφαρμογή και για αυτό τον λόγο δημιουργήθηκε μια άλλη πλατφόρμα ονόματα συλλέκτης/αποστολέας δεδομένων. Η πλατφόρμα αυτή έχει ως σκοπό να συλλέξει τα δεδομένα και να τα ανεβάσει μέσω διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών στην κεντρική πλατφόρμα.

Οπότε σύμφωνα με τα παραπάνω δημιουργήθηκε το διάγραμμα ακολουθίας όπως φαίνεται στην Εικόνα 18. Η ενεργεία ξεκινάει από το πελάτη ο οποίος εκτελεί την συγκεκριμένη σελίδα «index.php» στην συνέχεια ο «MasterHandler» μέσω της συνάρτησης «Init» καλεί το αντικείμενο «ReadCV» το οποίο είναι υπεύθυνο για την ανάγνωση των αρχείων με τα δεδομένα σημάτων κίνησης. Στην κλάση αυτή το «readFiles»

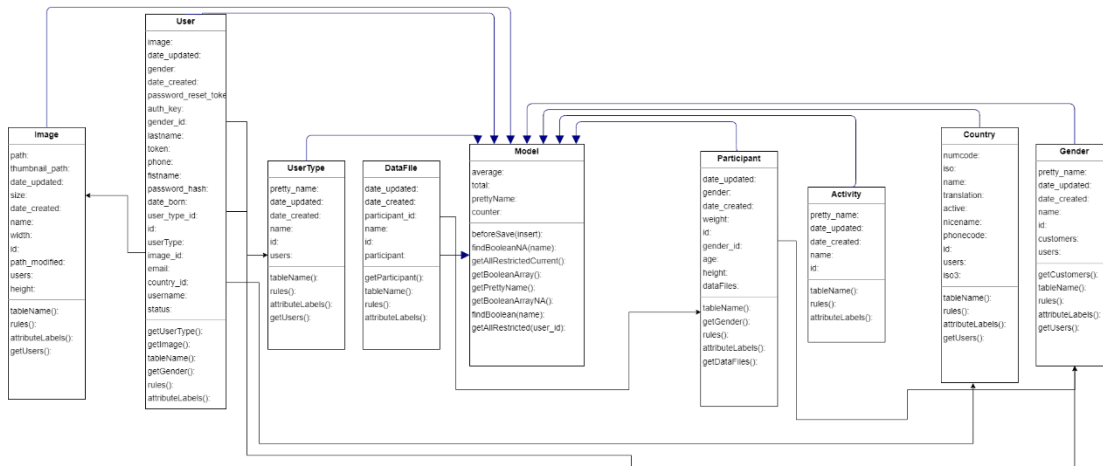
εκτελείται και διαβάζει ανά ένα τα αρχεία, έπειτα τα δεδομένα των αρχείο γίνεται κανονικοποίηση και μετά αποστέλλονται από την συνάρτηση Upload Data του «UploadDataServer» μέσω της βιβλιοθήκης Curl με POST αιτήματα που το περιεχόμενο τους είναι JSON ώστε να είναι συμβατές με τον διακομιστή. Τέλος, ο διακομιστής δέχεται το αίτημα μέσω του API και εκεί γίνεται η διαδικασία καταχώρησης των δεδομένων και το αποτέλεσμα της συναλλαγής εμφανίζεται στην οθόνη του χρήστη.



Εικόνα 18. Διάγραμμα ακολουθίας του συλλέκτη/αποστολέα δεδομένων

5.2.2 Κλάσεις των μοντέλων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω για την δημιουργία της εφαρμογής θα χρησιμοποιεί το Yii2 το οποίο η αρχιτεκτονική του είναι MVC, οπότε η σχεδίαση θα γίνει από τα μοντέλα που θα χρειαστούν. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη προέκυψε το UML διάγραμμα κλάσεων στη Εικόνα 19. Όλες οι κλάσεις των μοντέλων έχουν ως μητρική το «Model» για να έχουν κοινή δομή και χαρακτηριστικά ώστε να είναι εύκολα διαχειριστικές και προσπελάσιμες. Επίσης, έχουν καταγραφή αναλυτικά τα χαρακτηριστικά και συνάρτησης τους αλλά και η σχεσιακές τους ενώσεις με τις άλλες κλάσεις. Επιπλέον, να σημειωθεί ότι τα μοντέλα είναι η αντικειμενοστραφής απεικόνιση των σχεσιακών συνδέσεων των οντοτήτων της βάσης δεδομένων MySQL σε αντικειμενοστραφής όπως προβλέπεται από τις οδηγίες της MVC αρχιτεκτονικής. Το οποίο σημαίνει πως οι οντότητες αυτές έχουν για μεταβλητές όλα αλλά και παραπάνω χαρακτηριστικά από την αντίστοιχη οντότητα της βάσης και οι σχεσιακές συνδέσεις συμβαίνουν μέσω συναρτήσεων.



Εικόνα 19. Διάγραμμα κλάσεων UML

5.3 Υλοποίηση πλατφόρμας

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις και σχόλια από τον πελάτη η εφαρμογή θεωρείται σαν ολοκληρωμένη στην παρούσα φάση συγγραφής της διπλωματικής εργασίας. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν η δομή της και τα κυριότερα σημεία του πηγαίου κώδικα της εφαρμογής. Θα γίνει μερική εμβάθυνση στον πηγαίο κώδικα για να αποφευχθεί η πολυλογία και η επιβάρυνση του αναγνώστη.

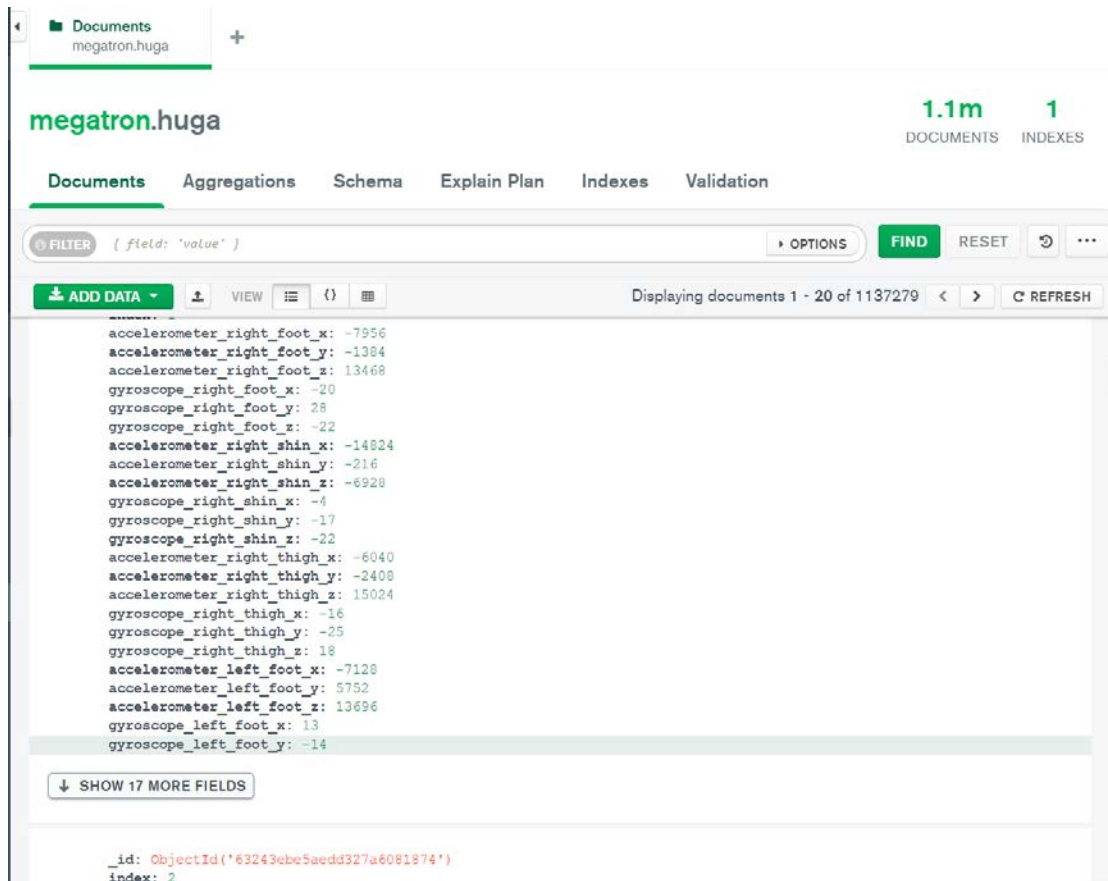
5.3.1 Βάσεις Δεδομένων

Λόγο της μεγάλης ποσότητας των δεδομένων δημιουργήθηκαν δύο βάσεις δεδομένων MySQL (SQL) και MongoDB(NoSQL). Όλα τα δεδομένα σημάτων κίνησης αποθηκεύονται στην MongoDB ενώ όλα τα υπόλοιπα δεδομένα αποθηκεύονται στην MySQL ώστε να υπάρχει έλεγχος και συνοχή.

5.3.1.1 MongoDB

Το MongoDB είναι μια ιδανική βάση δεδομένων εγγράφων με την επεκτασιμότητα και ευελιξία και έχει μεγάλο πλήθος εγγράφων για τα δημιουργία ερωτημάτων και προσφέρει ιδανική ευρετηρίαση. Τα δεδομένα των σημάτων κίνησης έχουν αποθηκευτεί έπειτα από τροποποίηση τους από την εφαρμογή ώστε να εξαχθούν το όνομα του αρχείου και η δραστηριότητα και περαστεί στην εγγραφή τα Ids. Επιπλέον, όλα τα δεδομένα που

αποθηκεύονται στην βάση αυτή δεν ελέγχονται απλά αποθηκεύονται κάτω από την ίδια συλλογή (Collection) βάσης, για αυτό είναι πολύ σημαντικό από το back-end API να εκτελεί την εργασία του σωστά. Τέλος, όλες οι εγγραφές στην παρούσα φάση έχουν ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά ένα προς ένα σαν αριθμό, όνομα (Εικόνα 20) και ενώ ο αριθμός των εγγράφων μπορεί να ξεπεράσει 10 εκατομμύρια χωρίς να παρατηρηθεί καθυστέρηση από το σύστημα λόγω της καλής σελιδοποίησης.

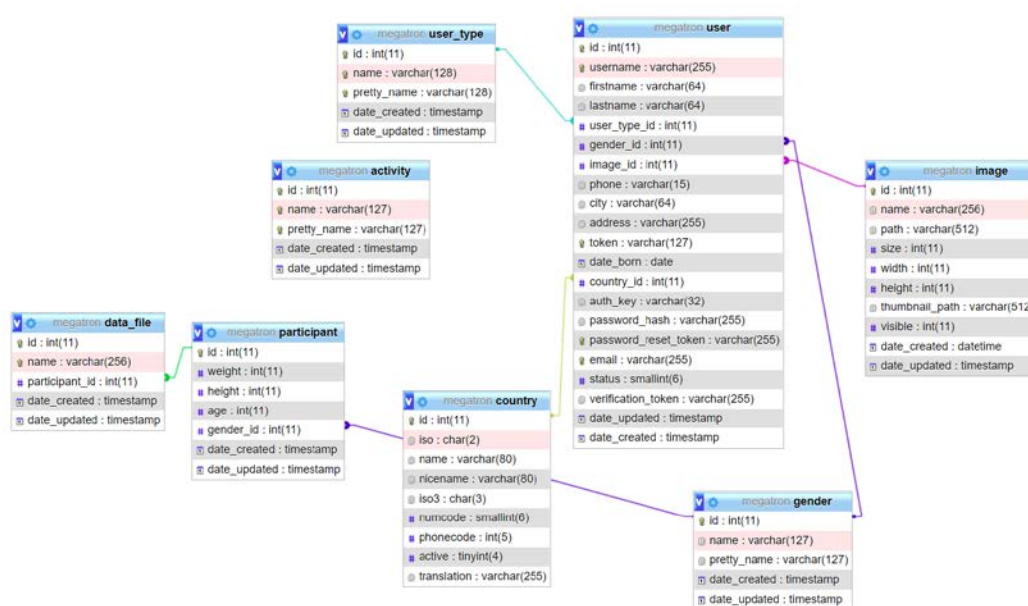


Εικόνα 20. MongoDB δεδομένα σημάτων κίνησης, σύνολο εγγράφων 1.137.279

5.3.1.2 MySQL

Η MySQL είναι μια ιδανική βάση δεδομένων όταν ο αριθμός των εγγράφων δεν τείνει στα big data και είναι εύκολη στην διαχείριση, προσφέρει ατομικότητα, συνέπεια, απομόνωση συναλλαγών και ανθεκτικότητα των εγγράφων ακόμα και σε περιπτώσεις αστοχίας του συστήματος. Οπότε το σύστημα MySQL καθίσταται ως ιδανικό για την αποθήκευση όλων των δεδομένων της εφαρμογής.

Όπως φαίνεται και από την Εικόνα 21, η πλατφόρμα στην παρούσα φάση αποτελείται από 8 οντότητες οι οποίες χρησιμοποιούνται άμεσα από την εφαρμογή για εισαγωγή δεδομένων αλλά και εμφάνιση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο πίνακας «User» που έχει την περισσότερες σχεσιακές συνδέσεις ενώ όλα τα χαρακτηριστικά του είναι απαραίτητα για να δημιουργεί και αποθηκευτεί το προφίλ του πελάτη ώστε να μπορέσει να συνδεθεί στην εφαρμογή. Σε αντίθεση οι πίνακες «data_file», «participant» και «activity» έχουν αποθηκευτεί σαν κατηγοριοποίηση των δεδομένων από την MongoDB και οι εγγραφές έχουν εισαχθεί μέσα από το API και έχει γίνει η τροποποίηση τους στο MongoDB με το σχετικό ID.



Εικόνα 21. ER διάγραμμα της βάσης δεδομένων

5.3.2 Δομή (Structure)

Για να ολοκληρωθεί σωστά μια εφαρμογή από μια εταιρεία προγραμματισμού, θα πρέπει ο πηγαίος κώδικας να ακολουθεί κάποια Αρχιτεκτονικά πρότυπα ώστε να υλοποιηθεί το βέλτιστο έργο σε θέμα χρόνου και κόστους. Το πιο γνωστό αρχιτεκτονικό πρότυπο είναι το MVC οπού υποστηρίζει το Yii2 οπού αναφέρθηκε παραπάνω.

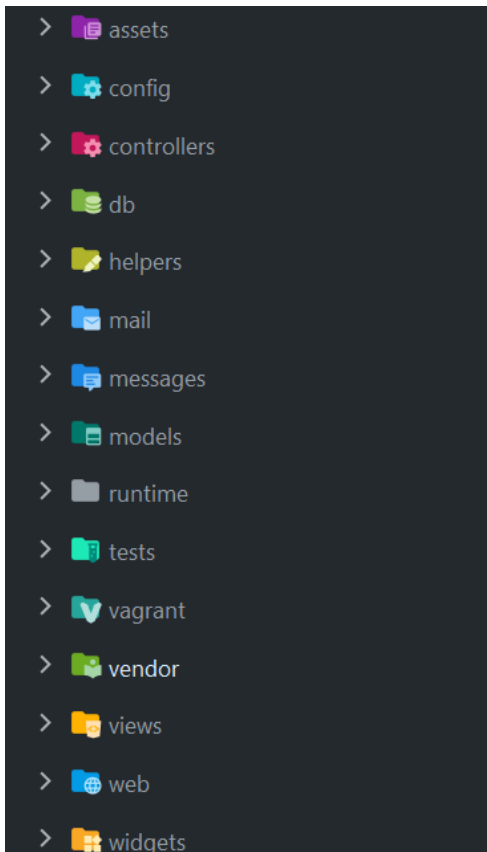
Το πρώτο βήμα που ακολουθείται από την αρχιτεκτονική, είναι η δομή των φακέλων και το περιεχόμενο τους όπως φαίνεται στην εικόνα 22. Ο κάθε φάκελος εξυπηρετεί μια

συγκεκριμένη ανάγκη και όλα τα αρχεία τους είναι κατηγοριοποιημένα σύμφωνα με αυτό. Τα αρχεία των φακέλων που εξυπηρετούν την εξής λειτουργικότητα

- **Assets** περιέχει αρχεία CSS και JavaScript αρχεία που είναι αναγκαία από το Yii2 Framework και τα Plugin που έχουν εγκατασταθεί από τον προγραμματιστή. Ο φάκελος αυτός σε περίπτωση αναβαθμίσεις ή διαγράψης των βιβλιοθηκών ανανεώνει τα αρχεία του αυτόματα.
- **Config** περιέχει PHP αρχεία που είναι υπεύθυνα για την δήλωση αλφαριθμητικών κωδικών αλλά και υπερ-παραμέτρων που είναι αναγκαία για την σύνδεση με την βάση δεδομένων αλλά και για τον χρονικό έλεγχο του Session των χρηστών
- **Controllers**, είναι το δεύτερο γράμμα στο ακρωνύμιο MVC και εδώ υλοποιούνται οι διαχειριστές σε PHP αρχεία και στο όνομα τους πρέπει στο τέλος να έχουν την λέξη «Controller». Ο διαχειριστής πρέπει να τραβάει όλα τα δεδομένα από τα αντίστοιχα μοντέλα που εξυπηρετεί και να τα περνάει στη όψη της εφαρμογής.
- **Db**, ο φάκελος αυτός περιέχει μια άδεια δομή της Βάσης Δεδομένων για να υπάρχει σε περίπτωση κάποια αστοχία η κλωνοποίησης σε άλλο διακομιστή
- **Helpers**, ο φάκελος αυτός είναι πιο γενικής χρήσης με βοηθητικές κλάσεις και όλα τα αρχεία δηλωμένα σε αυτόν είναι PHP. Επιτρέπει την δημιουργία αρχείων για πολλών σκοπών για παράδειγμα βοηθητικές κλάσεις που να διαβάζονται τα δεδομένα των μοντέλων και γίνεται κανονικοποίηση ενώ η κλήση και δημιουργία του στιγμιότυπου γίνεται από τον Διαχειριστή
- **Mail**, στον φάκελο αυτόν αποθηκεύονται τα πρότυπα αλληλογραφίας που θα χρησιμοποιηθούν από την εφαρμογή για να αποστολή email (πχ για την δημιουργία λογαριασμού)
- **Messages**, περιέχει τις μεταφράσεις των ελληνικών και αγγλικών όρων που χρησιμοποιούνται από τις όψεις και μηνύματα στο πελάτη. Οι γλώσσες που υποστηρίζονται από το σύστημα είναι Ελληνικά και αγγλικά
- **Models**, τα αρχεία που επιτρέπονται σε αυτόν το φάκελο είναι μόνο οι κλάσεις (PHP αρχεία) των μοντέλων που είναι αντικειμενοστραφής απεικόνιση των σχεσιακών οντοτήτων της βάσης δεδομένων. Όλες οι κλάσεις έχουν ως μητρική την «Model»

για να είναι εύκολα διαχειρίσιμες από τον προγραμματιστή αλλά και να έχουν τα χαρακτηριστικά και συνάρτησης ενός μοντέλου.

- Runtime, σε αυτόν τον φάκελο αποθηκεύονται όλα τα αρχεία καταγραφής του συστήματος και τα λάθη που προκύπτουν από το λογισμικό. Οπότε μπορεί ο προγραμματιστής να αναλύσει το λάθος και να το επίλυση με ευκολία.
- Tests, μέσω του Yii2 βιβλιοθηκών (PHPUnit) επιτρέπονται η δημιουργίας δοκίμων στην πλατφόρμα για να εξεταστεί η σωστή λειτουργία των σελίδων και συναρτήσεων, σε αυτόν τον φάκελο βρίσκονται οι δοκιμές.
- Views, σε αυτόν το φάκελο περιέχονται όλες οι όψεις και τα πρότυπα όψεων όλη της πλατφόρμας. Τα αρχεία είναι PHP και για κάθε διαχειριστή υπάρχουν οι κατάλληλες όψεις στον υποφάκελος που θα είναι διαχειρίσιμες από τον ίδιο.
- Web, σε αυτόν τον φάκελο αποθηκεύονται τα αρχεία θέματος της εφαρμογής όπως αρχεία πολυμέσων, CSS και JavaScript αλλά και όλα τα αρχεία που ανεβάζει ο χρήστης στην πλατφόρμα
- Widgets, σε αυτόν τον φάκελο δημιουργούνται εξειδικευμένες λύσεις μικρόν όψων ή λειτουργιών σύμφωνα με τις οδηγίες του Yii2 για widgets.



Εικόνα 22. Δομή φακέλων του έργου

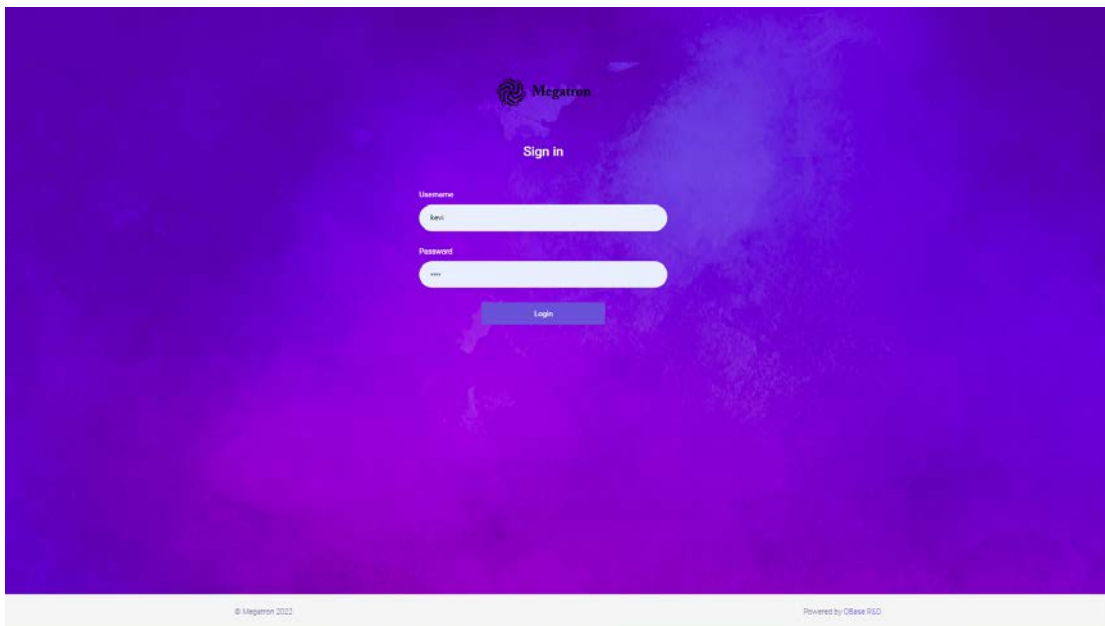
5.3.3 Πηγαίος κώδικας και όψεις πλατφόρμας

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα αναλυθεί ο πηγαίος κώδικας από κύρια τμήματα της εφαρμογής και το τελικό αποτέλεσμα σε εικόνες. Να σημειωθεί πως η πλατφόρμα νέφους είναι ανεβασμένη στον διακομιστή του έργου και είναι ασφαλισμένη από Transport Layer Security (TLS) που είναι ένα πρωτόκολλο κρυπτογράφησης που προσφέρει ασφάλεια την επικοινωνία σε ένα δίκτυο υπολογιστών. Οπότε καθιστά αδύνατη την αποκάλυψη και υποκλοπή των δεδομένων από τα αιτήματα που έχει ανταλλάξει ο πελάτης με την πλατφόρμα από τρίτους.

5.3.1.1 Οθόνη σύνδεσης πελάτη(Login)

Για να μπορέσει ο πελάτης να προσπέλαση όλες τις δυνατότητες και όψεις της πλατφόρμας, θα πρέπει να εισάγει το όνομα χρήστη και κωδικός πρόσβασης. Όταν η σύνδεση είναι επιτυχημένη επιβεβαιώνονται το όνομα χρήστη και επαληθεύεται μέσω κρυπτογραφικών συναρτήσεων ότι ο κωδικός πρόσβασης είναι το «password_hash» αποθηκευμένο στην

βάση. Το γραφικό περιεχόμενο είναι φιλικό, κατανοητό και εύκολη είναι η λειτουργικότητα χωρίς από τους χρήστες όπως φαίνεται στην Εικόνα 23.



Εικόνα 23. Οθόνη σύνδεσης πελάτη (Login Page)

Ενδιαφέρον έχει ο πηγαίος κώδικας του διαχειριστή «SiteController», ο οποίος έχει πρωταρχικό ρόλο να εξυπηρετήσει όλους τους χρήστες της εφαρμογής πριν συνδεθούν στην πλατφόρμα. Η συνάρτηση «actionLogin» που δέχεται τα αιτήματα για σύνδεση χρήστη μόνο στην Εικόνα 24, ξεκινάει με το να θέσει το κενό πρότυπο όψης (layout main) στην συνέχεια ελέγχει αν ο χρήστης είναι συνδεδεμένος στο Session τότε τον παραπέμπει στην κεντρική σελίδα της εφαρμογής που είναι το dashboard. Ενώ σε αντίθετη περίπτωση δημιουργείται ένα στιγμιότυπο του μοντέλου κλάσης «LoginForm» που περιέχει τα δυο χαρακτηριστικά του χρήστη και συνάρτησης για να ελεγχθούν τα δεδομένα αυτά. Ελέγχεται άμα έχει αποσταλεί POST αίτημα με τα δεδομένα του «LoginForm» και γίνεται αναζήτηση σύμφωνα με αυτά στην βάση δεδομένων και ελέγχεται αν ο κωδικός ταιριάζει, και σε περίπτωση επιτυχίας επιστρέφει πίσω πηγαίνοντας τον στην κεντρική οθόνη. Ενώ, άμα δεν υπάρχει αίτημα POST ή τα στοιχεία είναι λανθασμένα, καθαρίζεται ο κωδικός πρόσβασης και εμφανίζεται πάλι η ίδια οθόνη σύνδεσης με το κατάλληλο μήνυμα.

```

/**
 * Login action.
 *
 * @return Response|string
 */
public function actionLogin()
{
    $this->layout = "main";
    if (!Yii::$app->user->isGuest) {
        return $this->goHome();
    }
    $model = new LoginForm();
    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->login() {

        return $this->goBack();
    }

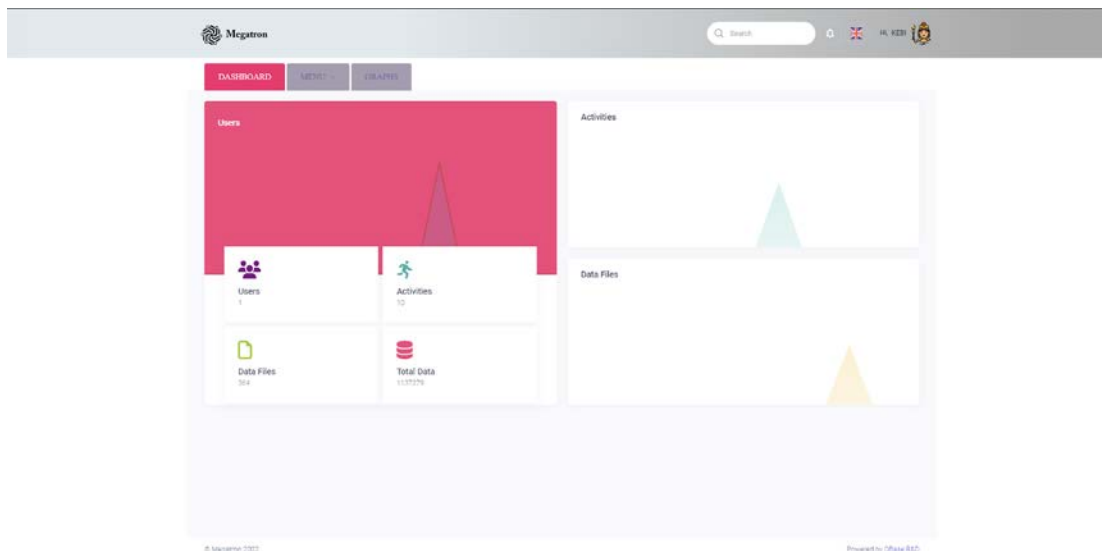
    $model->password = '';
    return $this->render('login', [
        'model' => $model,
    ]);
}

```

Εικόνα 24. Πηγαίος κώδικας διαχειριστή SiteController για την σύνδεση (Login) του πελάτη

5.3.1.2 Κεντρική οθόνη (Dashboard)

Η κεντρική οθόνη είναι η δεύτερη πιο σημαντική σελίδα του συστήματος για τους χρήστες, είναι ολοκληρωμένη πλήρως σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πελάτη όπως εξετάστηκε και παραπάνω στις λειτουργικές απαιτήσεις. Η οθόνη αυτή είναι εμφωλευμένη στο κεντρικό πρότυπο περιεχομένου (layout menu) και περιέχει μόνο 3 διαφορετικά γραφήματα που μπορεί ο χρήστης να αλληλεπιδράσει αλλά και 4 εικονίδια με το αντίστοιχο νούμερο των αντιστοιχών μοντέλων και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη αν τα πατήσει και ανακατευθυνθεί στον διαχειριστή του μοντέλου (clickable and redirect). Ενώ η εμφάνιση της οθόνης αυτής μπορεί να προβληθεί στην Εικόνα 25.



Εικόνα 25. Dashboard όψη

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στον πηγαίο κώδικα για όλη την όψη αυτή την έχει ο διαχειριστής `DashboardController.php` (Εικόνα 26) που τροφοδοτεί τα δεδομένα στο view για να προβληθεί το παραπάνω αποτέλεσμα. Αρχικά, αναζητούνται το σύνολο όλων των χρηστών, δραστηριοτήτων και αρχείων δεδομένων από βάση δεδομένων MySQL που είναι η κεντρική βάση της εφαρμογής. Ενώ για την αναζήτηση όλων των δεδομένων της MongoDB συλλογής εκτελείται διαφορετική διεργασία που δημιουργεί ένα ορθό query και το αποτέλεσμα αυτό περνάει στην μεταβλητή «\$total_data». Στην συνέχεια γίνεται συλλογή όλων των χρηστών από την συνάρτηση «`getUsersByDateJSON`», δραστηριοτήτων από την συνάρτηση «`getActivitiesByDateJSON`» και αρχείων δεδομένων από την συνάρτηση «`getDataFileByDateJSON`» ημερησίως για τις τελευταίες 30 μέρες ,ενώ οι συναρτήσεις αυτές είναι σχεδόν ίδιες απλά η διαφοροποίηση τους πίνακες δεδομένων.

Πιο συγκεκριμένα, στην συνάρτηση «`getUsersByDateJSON`», αρχικά εκτελείται ένα ερώτημα στο μοντέλο του χρήστη που γίνεται ομαδοποίηση σύμφωνα με την μέρα και το αποτέλεσμα γίνεται μορφοποίηση για την ημερομηνία. Στην συνέχεια γίνεται επανάληψη των δεδομένων ώστε να περαστούν στην κατάλληλη μορφή πίνακα και τέλος, επιστρέφεται το αποτέλεσμα σε μορφή JSON. Ο λόγος που τα αποτελέσματα επιστρέφονται σε μορφή JSON είναι για να περαστούν και αναγνωρισούν στην JavaScript ώστε μέσω της σχετικής συνάρτησης να δημιουργηθεί το γράφημα με τα δεδομένα.

```

public function actionIndex()
{
    $users = User::find()->count("*");
    $activities = Activity::find()->count("*");
    $data_files = DataFile::find()->count("*");
    $total_data = ExecuteMongo::count([]);
    return $this->render("index", [
        "users" => $users,
        "activities" => $activities,
        "data_files" => $data_files,
        "total_data" => $total_data,
        "users_date" => DashboardHelper::getUsersByDateJSON(),
        "activities_date" => DashboardHelper::getActivitiesByDateJSON(),
        "data_files_date" => DashboardHelper::getDataFileByDateJSON(),
    ]);
}

// from DashboardHelper.php File
public static function getUsersByDateJSON()
{
    $models = User::findBySql("select *,DATE_FORMAT(date_created, '%Y-%m-%d')
as date_created from user
group by DATE_FORMAT(date_created, '%Y %M %D') order by date_created
limit 30")->all();
    $result = [];
    foreach ($models as $model)
        $result[] = ["count" => $model->id, "date" => $model->date_created,
        ];

    return json_encode($result);
}

```

Εικόνα 26. Πηγαίος κώδικας της συνάρτησης *actionIndex* από το διαχειριστή *DashboardController* και η συνάρτηση *getUsersByDateJSON* από την βοηθητική κλάση *DashboardHelper.php*

5.3.1.3 Οθόνη γραφημάτων (Graphs)

Η οθόνη γραφημάτων είναι η πιο σημαντική οθόνη για τον πελάτη και περιέχει την πιο σύνθετη λειτουργικότητα όπως αναφέρθηκε στις λειτουργικές απαιτήσεις. Όπως φαίνεται από την Εικόνα 27, είναι εμφωλευμένη στο κεντρικό πρότυπο περιεχομένου για να υπάρχει μια ομοιομορφία και το περιβάλλον να είναι γνωστό. Αποτελείται από μια φόρμα που έχει δυο πολλαπλών επιλογών Dropdown συστατικού με επιλογή δεδομένων από αρχεία, δραστηριότητες χρηστών και ένα κουμπί αναζήτησης. Επίσης, περιέχει την λίστα με τους συμμετέχοντες/ασθενών και στον κέντρο της οθόνης είναι ένα πολύπλοκο γράφημα που επιτρέπει το zoom και την αποεπιλογή των χαρακτηριστικών ώστε να είναι πιο ορατά τα αποτελέσματα. Τέλος, η τρέχων σελίδα όταν γίνεται πατιέται το κουμπί αναζητήσεως ανανεώνεται ασύγχρονων (AJAX Request) χωρίς να ανανεώνεται ο φυλλομετρητής του πελάτη αλλά μόνο να αλλάζουν τα γραφήματα και η λίστα των επιλεγμένων ασθενών.



Εικόνα 27. Οθόνη γραφημάτων

Ένα σημαντικό σημείο του κώδικα που έχει αξία για τον ανάγνωση για να εμβαθύνει και να καταλάβει την λειτουργικότητα (under the hood) βρίσκεται στην Εικόνα 28 του διαχειριστή GraphsController για την συνάρτηση actionIndex. Στην αρχή γίνεται η εύρεση όλων των αρχείων και δραστηριοτήτων των εγγράφων της MongoDB βάσης δεδομένων ώστε να περαστούν στην όψη για τα Dropdown συστατικά. Στην συνέχεια, ελέγχονται άμα ο χρήστης έχει στείλει αίτημα για ανανέωση του γραφήματος μέσω των αρχείων και δραστηριοτήτων, σε περίπτωση που έχει συμβεί τα δεδομένα περνιούνται σε πίνακες με ids των δεδομένων ώστε, να δημιουργηθεί το πολύπλοκο query για την MongoDB βάση. Έπειτα, τα δεδομένα τροποποιούνται ώστε να έχουν μια κανονική μορφή που θα μπορέσουν να αναγνωριστούν από την βιβλιοθήκη γραφημάτων Highcharts στην προγραμματιστική γλώσσα JavaScript. Τέλος, σύμφωνα με τα επιλεγμένα αρχεία δημιουργείται ένα query για την επιλογή των ασθενών ώστε να εμφανιστεί η σωστή λίστα στη όψη, μετά όλες οι παραπάνω μεταβλητές περνιούνται στο όψη (view).

Επιπλέον, ένα άλλο σημαντικό κομμάτι που έχει αξία για να κατανοηθεί η παρούσα διαδικασία είναι να αναλυθεί ο πηγαίος κώδικας της όψης (Εικόνα 29). Το παρόν αρχείο ακολουθεί τις οδηγίες του Yii2 για την δήλωση μεταβλητών και τρόπο εμφάνισης των παραπάνω επεκτάσεων. Αρχικά καλείται η συνάρτηση «registerJsFile» που ανήκει στο View στιγμιότυπο για να δηλωθεί το αρχείο JavaScript που περιέχει μια συνάρτηση για την δημιουργία του γραφήματος. Στην συνέχεια δημιουργούνται τα συστατικά που περιέχουν στο «class» χαρακτηριστικό ονόματα από την βιβλιοθήκη Bootstrap ώστε να μορφοποιηθούν σωστά. Έπειτα δηλώνεται η εσωτερική βιβλιοθήκη «Pjax» του Yii2

framework, η οποία αναλαμβάνει ότι αίτηση γίνεται στο εσωτερικό της να αποστέλλεται σαν AJAX αίτημα και αυτόματα κάνει την ενημέρωση των εσωτερικών συστατικών αντικαθιστώντας τα με την τρέχων αίτηση. Μετά αρχικοποιούνται τα dropdown συστατικά ώστε να εμφανιστεί το επιθυμητό αποτέλεσμα στην οθόνη του χρήστη. Τέλος, στο τελευταίο κομμάτι του πηγαίου κώδικα δηλώνονται σε JavaScript τα δεδομένα του γραφήματος και καλείται η αντίστοιχη συνάρτηση ώστε να απεικονιστούν τα δεδομένα αυτά στην οθόνη του πελάτη.

```
public function actionIndex()
{
    $data_files = DataFile::find()->all();
    $activities = Activity::find()->all();
    $data_files_selected = [];
    $activities_selected = [];
    $participant_appender_sql = "";
    if (isset($this->request->get()["data_files"])) {
        $data_files_selected = $this->request->get()["data_files"];
        $participant_appender_sql = "and data_file.id in (" . implode(",",
$data_files_selected) . ")";
    }
    if (isset($this->request->get()["activities"])) {
        $activities_selected = $this->request->get()["activities"];
    }
    $data = [];
    try {
        $data = $this->forgeQuery($data_files_selected,
$activities_selected);
        $data = $this->formatDataForHighcharts($data, $data_files,
$activities);
    } catch (\Exception $e) {
        var_dump(json_encode("some error") . $e->getMessage());
    }
    $participants = Participant::findBySql("select participant.* from
participant
        inner join data_file on
data_file.participant_id=participant.id $participant_appender_sql
        group by participant.id")->all();

    return $this->render("show", [
        "data_files" => $data_files,
        "activities" => $activities,
        "data_files_selected" => $data_files_selected,
        "activities_selected" => $activities_selected,
        "data" => $data,
        "participants" => $participants
    ]);
}
```

Εικόνα 28. Πηγαίος κώδικας από τον διαχειριστή GraphsController


```

/* @var $this yii\web\View */
/* @var $data_files app\models\pure\DataFile [] */
/* @var $activities app\models\pure\Activity [] */
/* @var $participants app\models\pure\Participant [] */
/* @var $data_files_selected [] */
/* @var $activities_selected [] */
/* @var $data [] */
$this->title = Yii::t('app', 'Graphs');
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
$this->registerJsFile(Yii::$app->request->baseUrl .
'/theme/custom/pages/graphs/index.js', ['depends' =>
[\yii\web\JqueryAsset::className()]);
?>
<div class="show-graph-page kt-portlet">
    <div class="kt-portlet__head">
        <div class="kt-portlet__head-label">
            <span class="kt-portlet__head-icon">
                <i class="la la-adjust"></i>
            </span>
            <h3 class="kt-portlet__head-title">
                <?= Html::encode($this->title) ?>
            </h3>
        </div>
    </div>
    <div class="kt-portlet__body">
        <div class="row">
            <div class="col-4">
                <?= Html::beginForm(['index'], 'get', ['data-pjax' => '', 'class'
=> 'form-inline width-100']); ?>
                <div class="col-4">
                    <?=
                    Select2::widget([
                        'name' => 'data_files',
                        'value' => $data_files_selected,
                        'data' =>
\app\helpers\Override\ArrayHelper::map($data_files, "id", "prettyName"),
                        'options' => ['multiple' => true, 'placeholder' =>
Yii::t("app", "Select File.."),
                    ]
                    );
                </div>
            </div>
            <div class="col-4">
                <?=
                Select2::widget([
                    'name' => 'activities',
                    'value' => $activities_selected,
                    'data' =>
\app\helpers\Override\ArrayHelper::map($activities, "id", "pretty_name"),
                    'options' => ['multiple' => true, 'placeholder' =>
Yii::t("app", "Select Activity..")]
                ]);
            </div>
        </div>
    </div>
</div>

```

Εικόνα 29. Πηγαίος κώδικας της όψης των γραφημάτων

6. Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

Στο τελευταίο κεφάλαιο με το οποίο κλείνει η παρούσα διπλωματική εργασία, πέρα από τον επίλογο της εργασίας, θα αναφερθούν συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις της εφαρμογής.

6.1 Συμπεράσματα

Αρχικός στόχος της διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη μια εννοίας πλατφόρμας υπολογιστικού νέφους για την καταγραφή και παρακολούθηση ανάλυσης σημάτων βάδισης σε μια κεντρική SQL βάσης δεδομένων. Σε αυτά τα πλαίσια λόγω του όγκου και της πολυπλοκότητας δεν ήταν επαρκής η MySQL βάση δεδομένων και με το πέρασμα του χρόνου θα ήταν και αντιληπτή αυτή η έλλειψη γιατί θα υπήρχαν μεγάλες καθυστερήσεις απόκρισης της βάσης με την πλατφόρμα. Για αυτόν τον λόγο αποφασίστηκε η δημιουργία της βάσης δεδομένων MongoDB που έχει σχεδιαστεί για την εισαγωγή μαζικών και μεγάλων δεδομένων. Με τελικό αποτέλεσμα η εφαρμογή να ανταποκρίνεται στην αναζήτηση δεδομένων κάτω από 0.5 δευτερόλεπτα για όλα τα αιτήματα του χρήστη ακόμα και όταν το φορτίο του διακομιστή είναι σημαντικά μεγάλο.

6.1 Μελλοντικές επεκτάσεις

Η πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας είναι πλήρης ολοκληρωμένη και συμπαγής, αλλά για την δημιουργία νέων γραφημάτων εμφανίζοντας μόνο λίγα χαρακτηριστικά είναι αναγκαία η παρουσία του προγραμματιστή για να τα υλοποιήσει.

Μια μελλοντική επέκταση η οποία θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί είναι η προσθήκη μια κεντρικής οθόνης προσβάσιμη από τον πελάτη στην οποία θα του επιτρέπεται να επιλεγεί τα χαρακτηριστικά των δεδομένων που θέλει να δει και τον σύνολο των δεδομένων. Αφού εκτελέσει αυτήν την ενέργεια τα δεδομένα αυτά θα αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων MySQL (σε νέο πίνακα) και το σύστημα μέσα από αυτά τα δεδομένα θα εμφανίζεται ένα ξεχωριστή οθόνη με την λειτουργία αυτή. Τέλος, η διαδικασία αυτή θα μπορεί να

επαναλαμβάνεται για μια ή πολλές οθόνες γραφημάτων ώστε να διευκολύνει τους χρήστες της πλατφόρμας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]	Ελληνική Στατιστική Αρχή, «Ελληνική Στατιστική Αρχή,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.statistics.gr/ .
[2]	WHO, «WHO,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182 .
[3]	World report on ageing and health",, «World report on ageing and health",,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.who.int/ageing/events/world-report-2015-launch/en/ .
[4]	WHO, «Physical Activity,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.who.int/news-room/q-a-detail/physical-activity .
[5]	WHO, «Obesity and overweight,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight .
[6]	WHO, «Injuries and violence,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/injuries-and-violence .
[7]	ALS, «Facts You Should Know About ALS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.als.org/about-als/facts-you-should-know-about-als .
[8]	Laura Goldman , «Paralysis,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.healthline.com/health/paralysis .
[9]	Ataxia, «What is Ataxia?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.ataxia.org/what-is-ataxia/ .
[10]	ORTHOPEDIC, «Assessment of Gait,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://musculoskeletalkey.com/assessment-of-gait/ .
[11]	Christopher Kirtley, «Clinical Gait Analysis: Theory and Practice"».
[12]	AMA, «Telehealth Survey Report,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.ama-assn.org/system/files/telehealth-survey-report.pdf .
[13]	C. K. κ. M. Whittle, «Gait Analysis in the Clinic and Laboratory,» <i>Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation</i> .
[14]	Bertec, «Bertec,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.bertec.com/ .
[15]	movella, «MVN Animated Motion Capture,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.movella.com/products/motion-capture/xsens-mvn-animate .
[16]	Vicon Motion Systems,, «Vicon Motion Systems,,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.vicon.com/hardware/cameras/valkyrie/ .
[17]	EksonR, «EksoNR now FDA Cleared for Multiple Sclerosis,,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://eksobionics.com/eksonr/ .
[18]	PHP, «PHP,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.php.net/ .
[19]	Yii2, «Yii2,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.yiiframework.com/ .
[20]	MySQL, «MySQL,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.mysql.com/ .
[21]	MongoDB, «MongoDB,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.mongodb.com/ .
[22]	HTML5, «HTML5,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/HTML5 .
[23]	CSS3, «CSS3,» [Ηλεκτρονικό]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/CSS..
[24]	ECMAScript6, «ECMAScript6,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://es6-features.org/#Constants .

[25]	«Evolutionary Programming,» [Ηλεκτρονικό]. https://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary_programming .	Available:
[26]	«Waterfall Model,» [Ηλεκτρονικό]. https://en.wikipedia.org/wiki/Waterfall_model .	Available:

