

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

SENSING MOTION IN THE CLOUD

ΑΙΣΘΗΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟ «ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΜΠΑΛΑΜΠΙΑΝΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Ε. ΠΕΤΡΑΚΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Α. ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΑΚΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΔΡ. Σ. ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

ΧΑΝΙΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2015

Η διπλωματική εργασία είναι
αφιερωμένη στην οικογένειά μου.

Σ.Μ.

Abstract

A major problem concerning the protection of patients with movement problems is the difficulty of remote and real-time monitoring in hospital or at home so to prevent and avoid serious accidents. In this work, we developed an application called Kinect Protect Patient (K.P.P.) that takes advantage of the cloud technology to detect patients body movement using the motion sensor of Microsoft Kinect. Medical personnel (e.g. doctors) using the application could check whether the patient requires assistance (e.g. call for help) or trying perform movements that could become harmful (e.g. try to get out of the bed). Moreover, K.P.P. allows constant monitor of the recovery of patients suffering from injuries (e.g. trauma in the knee) by using a specific exercise that suggests a movement and monitors their activity. The application is designed and implemented based on general purpose cloud services (called Generic Enabler's (GEs)) that are functional blocks used to collect data from the sensor (application front-end) to forward it to the cloud application (that relies on the cloud back-end). Specifically, we utilized GEs provided by FIWARE that offers open source implementation of various key features e.g. user authentication and context data management. Results shown in real-time are processed and provided by a cloud computing infrastructure.

Περίληψη

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αφορά την προστασία ασθενών με προβλήματα κίνησης είναι η δυσκολία της απομακρυσμένης και άμεσης παρακολούθησης στο χώρο που βρίσκονται (ενδεχομένως σε νοσοκομείο ή μακριά από αυτό στο σπίτι τους), ώστε να αποφευχθούν σοβαρά ατυχήματα. Έτσι, δημιουργήσαμε την εφαρμογή Ανίχνευσης Κίνησης του σώματος που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με τεχνολογία υπολογιστικού Νέφους K.P.P. (Kinect Protect Patient) ώστε να γίνει αυτό εφικτό. Η ανίχνευση της κίνησης του σώματος γίνεται με την χρήση του αισθητήρα κίνησης Kinect. Οι γιατροί μέσω της εφαρμογής έχουν την δυνατότητα να ελέγχουν το αν ο ασθενής ζητάει κάποια βοήθεια ή προσπαθεί να σηκωθεί από το κρεβάτι. Ακόμα, είναι δυνατή η διαρκής παρακολούθηση της αποθεραπείας ασθενών με τραύμα στο γόνατο μέσω συγκεκριμένης άσκησης που επιχειρούν μπροστά στον αισθητήρα. Οι υπηρεσίες γενικού σκοπού (Generic Enabler's) που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων από τον αισθητήρα, όσο και η πρόσβαση των χρηστών στην εφαρμογή, και η εμφάνιση αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο σε αυτόν, παρέχονται αποκλειστικά από υποδομές υπολογιστικού Νέφους.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω στον καθηγητή κ. Πετράκη για τις συμβουλές και τη καθοδήγηση του καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας. Επίσης οφείλω να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του εργαστηρίου ξεχωριστά, τον Αλέξανδρο, τον Κώστα, τον Στέλιο και τον Σπύρο για την βοήθεια τους ώστε να ξεπεραστούν προβλήματα που υπήρξαν. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια και ιδιαίτερα την αδερφή μου Κατερίνα για την πολύτιμη βοήθειά της. Τέλος, ευχαριστώ την Ζέτα αλλά και τους φίλους μου για την στήριξή τους και την υπομονή τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Abstract

Περίληψη

Ευχαριστίες

| | |
|--|----------|
| 1. Εισαγωγή | 1 |
| 1.1 Τεχνολογία υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing)..... | 2 |
| 1.2 Το πρόβλημα..... | 3 |
| 1.3 Η λύση και τεχνολογίες..... | 4 |
| 1.3.1 Περιγραφή της λύσης | 4 |
| 1.3.2 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν | 5 |
| 1.4 Δομή εργασίας | 5 |
| 2. Τεχνολογία Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing) | 7 |
| 2.1 Ορισμός Υπολογιστικού Νέφους..... | 7 |
| 2.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα τεχνολογίας..... | 7 |
| 2.3 Τεχνολογίες Υπολογιστικού Νέφους..... | 11 |
| 2.3.1 Μοντέλα παροχής Υπηρεσιών | 11 |
| 2.3.2 Μοντέλα Ανάπτυξης | 12 |
| 2.3.3 Υπάρχουσες τεχνολογίες..... | 14 |
| 2.3.3.1 Υποδομή FI-WARE | 14 |
| 2.3.3.2 Openstack | 14 |
| 2.3.3.3 Υπηρεσίες γενικού σκοπού (Generic Enablers) | 15 |
| 2.3.4 REST API (Representational State Transfer-Application Programming Interface) | 15 |
| 2.4 Αισθητήρες στο Νέφος | 16 |
| 2.4.1 Εφαρμογές και Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) | 16 |
| 2.4.2 Υπηρεσιο-κεντρική Αρχιτεκτονική (Service oriented Architecture-SOA)..... | 18 |
| 2.5 Πάροχοι Υπολογιστικού Νέφους | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 3. Αισθητήρας Kinect Xbox One | 23 |
| 3.1 Χαρακτηριστικά Kinect Xbox 360 one | 23 |
| 3.1.1 Δομικά στοιχεία αισθητήρα | 23 |
| 3.2 Διαθέσιμα APIs..... | 25 |
| 3.3 Καταγραφή Σκελετού (Skeleton Tracking) | 26 |
| | |
| 4. Σχεδίαση Συστήματος | 28 |
| 4.1 Αρχιτεκτονική..... | 28 |
| 4.1.1 Διεπαφή Χρήστη (Front-End)..... | 29 |
| 4.1.2 Διαχείριση Συστήματος (Back-End)..... | 29 |
| 4.1.3 Χρήστες (Users)..... | 29 |
| 4.1.4 Ανάλυση ροής δεδομένων | 30 |
| 4.1.5 Υπηρεσίες Γενικού Σκοπού και Λογική Συστήματος | 32 |
| 4.1.5.1 Publish/Subscribe Context Broker-Orion Context Broker GE..... | 32 |
| 4.1.5.2 JSON Storage GE..... | 34 |
| 4.1.5.3 KeyRock Identity Management..... | 36 |
| 4.1.5.4 Λογική Συστήματος (Application Logic)..... | 36 |
| 4.2 Γραφικό περιβάλλον εφαρμογής (GUI)..... | 37 |
| 4.3 Υλοποίηση Συστήματος..... | 41 |
| 4.3.1 Υλοποίηση Διεπαφής χρήστη (Front-End) | 41 |
| 4.3.1.1 Εγκατάσταση Kinect και λήψη δεδομένων..... | 41 |
| 4.3.2 Υλοποίηση Διεπαφής Χρήστη (Back-End)..... | 42 |
| 4.3.2.1 Δημιουργία Εικονικών Μηχανών στο Intellicloud | 42 |
| 4.3.2.2 Εικονική Μηχανή KeyRock Identity Management GE | 45 |
| 4.3.2.2.1 Πρωτόκολλο OAuth 2.0..... | 45 |
| 4.3.2.3 Εικονική Μηχανή Orion Context Broker GE και παραμετροποίηση .. | 47 |
| 4.3.2.4 Εικονική Μηχανή JSON Storage GE και παραμετροποίηση..... | 48 |
| 4.3.2.5 Υλοποίηση «Λογικής Συστήματος» (Application Logic)..... | 49 |
| | |
| 5. Χρήση Εφαρμογής | 53 |
| 5.1 Σενάρια Χρήσης Εργασίας (Use Cases) | 53 |
| 5.1.1 Σενάριο 1 ^ο | 54 |
| 5.1.1.1 Υλοποίηση Σεναρίου 1 ^ο | 54 |
| 5.1.2 Σενάριο 2 ^ο | 55 |

| | |
|--|----|
| 5.1.2.1 Υλοποίηση Σεναρίου 2 ^{ου} | 56 |
|--|----|

| | |
|---|-----------|
| 6. Συμπεράσματα και Μελλοντική Δουλειά | 57 |
|---|-----------|

| | |
|------------------------|----|
| 7.1 Συμπεράσματα | 57 |
|------------------------|----|

| | |
|---------------------|----|
| 7.2 Προτάσεις | 58 |
|---------------------|----|

Βιβλιογραφία

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Αρχικά η διαδικτυακή εφαρμογή K.P.P. (Kinect Protect Patients), που μεταφράζεται ως το «Kinect προστατεύει ασθενείς», χρησιμοποιεί τον αισθητήρα κίνησης Kinect Xbox 360 One¹. Η βασική ιδέα της εφαρμογής είναι ότι τοποθετώντας τέτοιους αισθητήρες στα δωμάτια των νοσοκομείων παρέχεται η προστασία των ασθενών από ατυχήματα (πχ. πτώσεις ηλικιωμένων) και η παρακολούθησή τους από το νοσηλευτικό προσωπικό χωρίς να είναι απαραίτητη η παρουσία του στο δωμάτιο που νοσηλεύονται. Ειδικότερα οι γιατροί δημιουργώντας τον δικό τους λογαριασμό στην εφαρμογή μπορούν να παρακολουθούν προκαθορισμένες κινήσεις των ασθενών. Τα γεγονότα για τα οποία μπορεί ο γιατρός να έχει συνεχή ενημέρωση είναι τα εξής: έκκληση του ασθενούς σε βοήθεια ή σταθερή πορεία νοσηλείας και προσπάθεια αυτού να σηκωθεί από το κρεβάτι ενώ πρέπει να βρίσκεται ξαπλωμένος.

Ως μια δεύτερη χρήσιμη εφαρμογή σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η παρακολούθηση της αποθεραπείας ασθενών που έχουν υποστεί τραύμα στο γόνατο. Πιο συγκεκριμένα ο ασθενής πραγματοποιεί συγκεκριμένη άσκηση της κίνησης της ποδοκνημικής ενώ στον ειδικό χρήστη-γιατρό εμφανίζεται ως αποτέλεσμα το ποσοστό επιτυχίας της άσκησης και καταγράφεται η πρόοδός του. Το ποσοστό επιτυχίας της άσκησης όπως και το χρονικό σημείο που αυτή εκτελέστηκε καταγράφεται στο σύστημα έτσι ώστε ο γιατρός να μπορεί να παρακολουθήσει από μακριά την πρόοδο της αποθεραπείας του ασθενούς. Στο σύστημα ορίζεται πάντα ο χρήστης με δικαιώματα «διαχειριστή». Ο ρόλος του είναι να καταχωρεί στο σύστημα νέους αισθητήρες με ένα μοναδικό κωδικό, σε ποιά δωμάτια αυτοί βρίσκονται και ποιούς ασθενείς παρακολουθούν, να διαγράφει αισθητήρες και να ανανεώνει τα κατώφλια των κινήσεων ανάλογα με τη θέση του ασθενή. Ο τελικός χρήστης (συνήθως νοσηλευτικό προσωπικό) μπορεί εύκολα με την χρήση «φυλλομετρητή»

¹ <http://www.xbox.com/>

να επιλέγει τις «συνδρομές» του, δηλαδή τους ασθενείς και το χώρο που θέλει να παρακολουθεί.

1.1 Τεχνολογία Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing)

Η έννοια του Υπολογιστικού Νέφους ξεκίνησε να γίνεται γνωστή την δεκαετία του '60. Μεγάλες εταιρείες, όπως η Amazon, IBM, Microsoft, αναγνώρισαν νωρίς τα πλεονεκτήματα και την μεγάλη επίδραση που μπορεί να έχει το Υπολογιστικό Νέφος στην τεχνολογία και την εξέλιξαν ώστε να δημιουργηθεί ένα σημαντικό και χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των κατασκευαστών εφαρμογών και των τελικών χρηστών.

Σήμερα, το Υπολογιστικό Νέφος είναι μια τεχνολογία που την συναντάμε όλο και πιο συχνά, σε εφαρμογές τεχνολογίας. Μετά από μελέτες που έχουν γίνει έχει αποδειχθεί ότι είναι μια λύση πολύ συμφέρουσα για την ανάπτυξη εφαρμογών, χρήση υπηρεσιών, αξιοποίηση υπολογιστικών πόρων και όχι μόνο, σε σχέση με τις τεχνολογίες που μέχρι τώρα γνωρίζαμε. Η απομακρυσμένη διαχείριση δεδομένων, η εύκολη πρόσβαση και τα οικονομικά οφέλη που αυτό προσφέρει (μειωμένο κόστος υλικού και εξοπλισμού) είναι μερικοί από τους λόγους που το Νέφος προσελκύει το ενδιαφέρον μεγάλων εταιρειών αλλά και καταναλωτών. Απ' την άλλη πλευρά, υπαρκτές είναι οι ανησυχίες για θέματα ασφαλείας. Έχουν καταγραφεί υποκλοπές και διαρροές δεδομένων, καθώς τρίτοι διαχειρίζονται τα δεδομένα των καταναλωτών, χωρίς να είναι γνωστό το τι συμβαίνει με αυτά. Σύμφωνα με τα στοιχεία για τις χώρες της Ευρώπης από την παγκόσμια έρευνα που πραγματοποίησαν η B2B International και η Kaspersky Lab το καλοκαίρι του 2013, μόνο το 39% των χρηστών μπόρεσε να ανακτήσει όλα τα δεδομένα που έχασε κατά την διάρκεια επίθεσης από κακόβουλο λογισμικό. Το 615 των ερωτηθέντων έχασε, τουλάχιστον, κάποιες από τις πληροφορίες του για πάντα. Το θέμα της ασφάλειας είναι μια πρόκληση για τους παρόχους της τεχνολογίας σήμερα

1.2 Το πρόβλημα

Η απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών οι οποίοι νοσηλεύονται αλλά και η παρακολούθηση της πορείας αποκατάστασης τους από τραυματισμούς είναι δυο προβλήματα που αντιμετωπίζονται με την παρούσα εργασία. Η υπολογιστική λύση που προτείνεται έχει σκοπό να διευκολύνει το έργο του νοσηλευτικού προσωπικού (δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης από μακριά) ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει την ποιότητα ζωής και την καθημερινότητα των ασθενών. Επειδή δεν απαιτείται η συνεχής επιτήρηση τους σε συγκεκριμένο χώρο (στο δωμάτιο ενός νοσοκομείου) ενώ ταυτόχρονα βρίσκονται σε συνεχή επιτήρηση από απόσταση, οι ίδιοι οι ασθενείς είναι πιο ασφαλείς, το προσωπικό επιτελεί το έργο του πιο αποδοτικά και τελικά το κόστος νοσηλείας μειώνεται σημαντικά καθώς απαιτείται λιγότερο προσωπικό για περισσότερους πελάτες. Γι' αυτό το σκοπό δημιουργήθηκε η εφαρμογή K.P.P. .

Για ηλικιωμένους ή με κινητικά προβλήματα ασθενείς, υπάρχει κίνδυνος σοβαρών τραυματισμών κατά την διάρκεια της νοσηλείας τους στο νοσοκομείο αν αυτοί επιχειρήσουν κινήσεις που δεν επιτρέπονται. Έχουν καταγραφεί κατά καιρούς περιστατικά τραυματισμών επειδή ο ασθενής μετακινήθηκε παρά την απαγόρευση του γιατρού. Η μία λύση σε αυτό το πρόβλημα θα ήταν η συνεχής παρακολούθηση του ασθενούς από κάποιον νοσηλευτή ή και από τον ίδιο τον γιατρό, πράγμα πρακτικά αδύνατον. Παράλληλα ένα ακόμα πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι η περίπτωση έκτακτης ανάγκης, στην οποία ο ασθενής χρήζει βοήθειας, ενώ ο ίδιος δεν μπορεί να τη ζητήσει, εξαιτίας της δυσκολίας του να κινηθεί.

Ένα δεύτερο σημαντικό πρόβλημα παρουσιάζεται σε μεγάλα κέντρα αποκατάστασης τραυματισμών ή φυσιοθεραπευτικά κέντρα, στα οποία θα ήταν χρήσιμο και ταυτόχρονα πολύ κερδοφόρο γι' αυτά να μπορούν να εξυπηρετούν και να ελέγχουν το ποσοστό αποθεραπείας των τραυμάτων από μακριά, χωρίς ο ασθενής να βρίσκεται στην κλινική, αλλά πραγματοποιώντας συγκεκριμένες ασκήσεις σπίτι του, να ελέγχεται από το γιατρό η πρόοδος που έχει σημειώσει.

1.3 Λύση και τεχνολογίες

1.3.1 Περιγραφή της λύσης

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων δημιουργήθηκε το σύστημα παρακολούθησης K.P.P. ,το οποίο έχει αναπτυχθεί εξολοκλήρου με την βοήθεια της τεχνολογίας Υπολογιστικού Νέφους.

Με την βοήθεια του αισθητήρα κίνησης Kinect Xbox 360 One, ο ο οποίος τοποθετείται στο κρεβάτι ή στο χώρο του κάθε ασθενή μπορούμε να ερμηνεύσουμε τις κινήσεις του και με την χρήση οποιοδήποτε «φυλλομετρητή» μέσω του διαδικτύου να ειδοποιηθεί ο γιατρός για τυχόν επικίνδυνη μετακίνηση του ασθενούς ή κλήση για βοήθεια. Στην δεύτερη εφαρμογή που υλοποιήθηκε (αποθεραπεία τραυματισμού) μπορεί να παρακολουθεί την πρόοδο πολλών ασθενών με βάση το ποσοστό επιτυχίας μιας προκαθορισμένης άσκησης μπροστά στον αισθητήρα.

Πέρα από την διευκόλυνση των γιατρών υπάρχουν πολλά ακόμα πλεονεκτήματα σε αυτή τη λύση, τα οποία αναφέρονται παρακάτω επιγραμματικά:

- Μεγαλύτερο κέρδος σε νοσοκομεία ή γιατρούς καθώς δίνεται η δυνατότητα να εξυπηρετούν περισσότερους ασθενείς.
- Οι ασθενείς νιώθουν ασφαλείς καθώς η παρακολούθηση είναι συνεχής.
- Η ενημέρωση των γιατρών για την πρόοδο τραυματισμών απομακρυσμένα περιορίζει σημαντικά τις μετακινήσεις τραυματισμένων ατόμων.
- Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιόν ή ποιους ασθενείς θέλει να επιβλέπει.
- Μείωση εξόδων νοσοκομείων καθώς δεν είναι υπεύθυνα για την συντήρηση του συστήματος καθώς παρέχεται μέσω του νέφους.
- Δυνατότητα χρήσης της εφαρμογής για χρονικό διάστημα που ο χρήστης επιθυμεί και κοστολόγηση σύμφωνα με αυτόν τον χρόνο.

1.3.2 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν

Το σύστημα που υλοποιήθηκε φιλοξενείται στην υποδομή νέφους του εργαστηρίου Intellicloud. Η υποδομή έχει αναπτυχθεί στα πρότυπα του ιδιωτικού μοντέλου ανάπτυξης ώστε να παρέχεται πρόσβαση μόνο σε άτομα που βρίσκονται εντός του οργανισμού. Επιπλέον, φιλοξενείται στο Πολυτεχνείο Κρήτης και μας παρέχει υπηρεσίες με τη μορφή IaaS ώστε να ολοκληρωθεί η εφαρμογή. Ακόμα έγινε χρήση των υπηρεσιών γενικού σκοπού της υποδομής νέφους FI-WARE². Η υποδομή FI-WARE είναι η πλατφόρμα που παρέχει ένα σύνολο από υπηρεσίες για την ανάπτυξη εφαρμογών στο Νέφος.

1.4 Δομή της εργασίας

Σε αυτό το 1^ο κεφάλαιο έγινε μια γενική αναφορά στην εφαρμογή, στο πως δημιουργήθηκε, στο τι προσφέρει και ποιούς εξυπηρετεί. Ακόμα περιγράφεται το πρόβλημα και το τι μας ώθησε στο να αναπτυχθεί η συγκεκριμένη λύση. Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται εκτενέστερη αναφορά στην τεχνολογία Υπολογιστικού Νέφους. Δίνεται ο ορισμός και αναλύονται τα πλεονεκτήματα και οι αδυναμίες της τεχνολογίας Νέφους, τί προσφέρει σήμερα στον κόσμο της τεχνολογίας αλλά και πού έχουν εντοπιστεί αδυναμίες. Ακόμα, περιγράφονται υπηρεσίες που προσφέρει μια υποδομή νέφους (SaaS, PaaS, IaaS) και παρουσιάζονται οι υπηρεσίες γενικού σκοπού που χρησιμοποιήθηκαν. Επιπλέον, περιγράφεται η νέα τάση στο διαδίκτυο, Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), εφαρμογές και αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σήμερα. Στο 3^ο κεφάλαιο περιγράφεται ο αισθητήρας Kinect Xbox 360 και οι λειτουργίες του. Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται η αρχιτεκτονική του συστήματος και τα επιμέρους τμήματά της. Τέλος, αναλύεται η υλοποίηση του συστήματος μας και το πώς αυτό αναπτύχθηκε στο νέφος. Το κεφάλαιο 5 περιέχει τα δυο βασικά σενάρια χρήσης του συστήματος, τα οποία και αναλύονται. Στο κεφάλαιο 6 περιέχονται συμπεράσματα αλλά και προτάσεις για μελλοντική εξέλιξη του συστήματος.

² <http://www.fi-ware.org/>

Κεφάλαιο 2

Τεχνολογία Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)

2.1 Ορισμός Υπολογιστικού Νέφους

Το Υπολογιστικό Νέφος είναι μια τεχνολογία, η οποία επιτρέπει την απεριόριστη πρόσβαση σε μια συλλογή παραμετροποιημένων υπολογιστικών πόρων (δίκτυο, διακομιστές, αποθήκευση, εφαρμογές και υπηρεσίες), οι οποίοι μπορούν να δεσμευτούν και να απελευθερωθούν γρήγορα με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια και αλληλεπίδραση από το χρήστη. Αυτό το μοντέλο αποτελείται από τρία μοντέλα παροχής υπηρεσιών και τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης.

2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τεχνολογίας

Η αυξανόμενη ζήτηση του κοινού για το Υπολογιστικό Νέφος δείχνει ότι αυτή η νέα τεχνολογία προσφέρει πολλά οφέλη στους χρήστες και τις επιχειρήσεις. Ας εξετάσουμε κάποια από αυτά.

- **Μειωμένο Κόστος**

Οι χρήστες που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές ή υπηρεσίες που παρέχονται από το Νέφος επωφελούνται οικονομικά. Η συντήρηση και οι αναβαθμίσεις του λογισμικού είναι αποκλειστική ευθύνη του παρόχου και όχι του χρήστη. Έτσι αποφεύγεται η πρόσληψη νέου εξειδικευμένου προσωπικού από τις επιχειρήσεις. Επίσης, ο εξοπλισμός που χρειάζεται μια εταιρεία μειώνεται, καθώς οι υπηρεσίες φιλοξενούνται σε απομακρυσμένους εξυπηρετητές και αρκεί οποιαδήποτε συσκευή με πρόσβαση στο διαδίκτυο ώστε αυτές να χρησιμοποιηθούν.

- **Ευελιξία**

Η πρόσβαση σε υπηρεσίες που παρέχει το Νέφος πραγματοποιείται από οποιαδήποτε τοποθεσία ή χρονική στιγμή ζητήσει ο χρήστης, με δεδομένη την ύπαρξη σύνδεσης στο δίκτυο.

- **Ελαστικότητα**

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται τους πόρους που του παρέχει το Νέφος σύμφωνα με τις ανάγκες του. Με αυτόν τον τρόπο οι καταναλωτές μπορούν να αυξάνουν υπολογιστική ισχύ (αποθηκευτικό χώρο, μνήμη κ.α.) ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή να απελευθερώνουν πόρους όταν πλέον δεν είναι χρήσιμη.

- **Χρέωση ανά χρήση**

Οι παρεχόμενοι πόροι είναι μετρίσιμοι και κοστολογούνται σύμφωνα με το χρονικό διάστημα χρήσης τους. Έτσι, η κατανάλωση και η χρέωσή τους ελέγχεται πλήρως από τον χρήστη. Για επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν εφαρμογές με βάση τα ωράρια λειτουργίας τους αυτό το μοντέλο παροχής υπηρεσιών ενδείκνυται καθώς μειώνει τα έξοδα τους σε σημαντικό βαθμό.

- **Αύξηση παραγωγικότητας**

Οι υπηρεσίες εξυπηρετούν παράλληλα και την ίδια χρονική στιγμή πολλούς χρήστες. Μια εταιρεία που απασχολεί μεγάλο αριθμό εργαζομένων έχει τη δυνατότητα να διαμερίσει αρχεία από ένα κεντρικό Η/Υ σε όλους τους εργαζόμενους ταυτόχρονα και όχι στον καθένα ξεχωριστά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την γρήγορη ενημέρωση των χρηστών και κατ' επέκταση την όσο το δυνατόν καλύτερη απόδοσή τους.

Όπως σε κάθε νέα τεχνολογία, έτσι και το Υπολογιστικό Νέφος διχάζει και προβληματίζει τους καταναλωτές, για το κατά πόσο είναι μια επαρκής και ασφαλής λύση γι' αυτούς. Πέρα από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το Νέφος υπάρχουν και αρκετά ερω-

τήματα για τα αρνητικά αποτελέσματα που είναι πιθανόν αυτό να προκαλέσει. Μερικά από αυτά είναι « Τα δεδομένα είναι ασφαλή; » , « Σε περίπτωση πτώσης του δικτύου μπορώ να έχω πρόσβαση στις υπηρεσίες; ». Θα προσπαθήσουμε παρακάτω να αναλύσουμε και να δώσουμε απαντήσεις στα κενά που έχουν παρατηρηθεί.

- **Ασφάλεια και Μυστικότητα**

Όταν αναφερόμαστε στο Υπολογιστικό Νέφος, το ερώτημα που γεννάται είναι, αν τα δεδομένα που φιλοξενούνται σε αυτό είναι ασφαλή. Είναι γεγονός ότι οι χρήστες είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικοί στο να εμπιστευτούν ευαίσθητα δεδομένα σε τρίτους, καθώς η ασφάλεια τους δεν διασφαλίζεται πλήρως από κανέναν πάροχο και δεν γίνονται γνωστές στους καταναλωτές τεχνικές λεπτομέρειες, όπως το πού βρίσκονται τα δεδομένα τους . Ακόμα, οι επιθέσεις από συγγραφείς κακόβουλου λογισμικού (hackers) αυξάνονται και οι υποδομές Νέφους είναι ακόμα αρκετά ευάλωτες σε αυτές τις επιθέσεις. Έτσι συμπεραίνουμε ότι σε μια εποχή που οι συνέπειες και τα πιθανά κόστη από πιθανές αστοχίες αυξάνονται, οι εταιρείες που διαχειρίζονται εμπιστευτικά δεδομένα πρέπει να αναπτύξουν καλύτερους τρόπους για την αξιολόγηση των πρακτικών ασφαλείας και μυστικότητας στις υπηρεσίες Υπολογιστικού Νέφους, ώστε να κερδίσουν την εμπιστοσύνη του κοινού.

- **Διαγραφή δεδομένων**

Η ασφαλής και αποτελεσματική διαγραφή των δεδομένων κατά τον τερματισμό της συνεργασίας πελάτη-παρόχου δεν διασφαλίζεται. Δεν γίνεται γνωστή στον καταναλωτή η μέθοδος με την οποία διαγράφονται τα δεδομένα του και η ύπαρξη κάποιου αντίγραφου αυτών, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες του Νέφους.

- **Νομικά ζητήματα**

Η συμμόρφωση με το νόμο είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο μεταξύ του καταναλωτή και του παρόχου από τη στιγμή που η νομοθεσία στο ζήτημα του Υπολογιστικού Νέφους θεωρείται προβληματική. Ο χρήστης, σήμερα, δεν γνωρίζει επαρκώς τα δικαιώματά του απέναντι στον πάροχο και ποιά είναι τα δικαιώματα

του παρόχου πάνω στα δεδομένα του. Το ζήτημα αυτό εντείνεται από τη στιγμή που οι υποδομές Νέφους που φιλοξενούν τα δεδομένα δεν βρίσκονται σε ένα σημείο του πλανήτη αλλά διαμερίζονται ανά τον κόσμο, καθώς δεν υπάρχει ένα ενιαίο νομοθετικό πλαίσιο για την προστασία του καταναλωτή.

- **Πολυπλοκότητα**

Το Υπολογιστικό Νέφος πρέπει να αναλυθεί και να εξηγηθεί ακόμα περισσότερο, καθώς όση εξέλιξη και αν έχει σημειώσει η πολυπλοκότητά του βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Δεν έχει γίνει κατανοητό από το χρήστη το πώς μπορεί να εκμεταλλευτεί και να χρησιμοποιήσει αυτή τη νέα τεχνολογία. Σε συνδυασμό με την έλλειψη τεχνογνωσίας από επιχειρήσεις που προσφέρουν υπηρεσίες Νέφους, η πολυπλοκότητα διογκώνεται. Συμπερασματικά, επιβάλλεται η σωστή ενημέρωση των καταναλωτών και η όσο το δυνατόν ευκολότερη μετάβασης στο Υπολογιστικό Νέφος.

- **Χρήση δικτύου**

Όπως έχουμε αναφέρει η πρόσβαση στις υπηρεσίες Νέφους πραγματοποιείται από οποιαδήποτε συσκευή έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο, κάτι το οποίο διευκολύνει τον χρήστη. Το πλεονέκτημα αυτό, μετατρέπεται σε μειονέκτημα σε περίπτωση πιθανής διακοπής του δικτύου, καθώς γίνεται αδύνατη η πρόσβαση σε υπηρεσίες ή αρχεία που ο καταναλωτής επιθυμεί να προσπελάσει.

2.3 Τεχνολογίες Cloud

2.3.1 Μοντέλα παροχής υπηρεσιών

Το Υπολογιστικό Νέφος μπορεί να χαρακτηριστεί ως προς το μοντέλο της υπηρεσίας που παρέχει στους χρήστες. Τα τρία βασικά μοντέλα είναι τα εξής: Λογισμικό ως Υπηρεσία (Software-as-a-Service), Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (Platform-as-a-Service), Υποδομή ως Υπηρεσία (Infrastructure-as-a-Service).

- **Λογισμικό ως Υπηρεσία (SaaS)**

Το Λογισμικό ως Υπηρεσία παρέχει πρόσβαση σε εφαρμογές-λογισμικό που φιλοξενούνται σε υποδομές Νέφους μέσω του διαδικτύου ως υπηρεσίες. Τέτοιες εφαρμογές, που σήμερα χρησιμοποιούνται κατά κόρον είναι το Gmail, Dropbox, Yahoo Mail κ.α. . Από τα τρία μοντέλα, το Λογισμικό ως Υπηρεσία προσελκύει περισσότερους χρήστες, καθώς εντοπίζονται αρκετά πλεονεκτήματα σε αυτό. Ο καταναλωτής, αποκτώντας μια τέτοια υπηρεσία πληρώνει μια φορά την σχετική αμοιβή. Η υποστήριξη και οι ενημερώσεις παρέχονται από τον προμηθευτή, με αποτέλεσμα να μειώνονται τα έξοδα. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα πληρωμής της υπηρεσίας μέσω μιας συνδρομής, ώστε η κοστολόγηση να γίνεται μόνο για το διάστημα που αυτή χρησιμοποιείται. Τέλος, δεν δεσμεύονται πόροι στον υπολογιστή του χρήστη, όπως αποθηκευτικός χώρος, καθώς η πρόσβαση γίνεται μέσω ενός «φυλλομετρητή» χωρίς να εγκαθίσταται κάποιο επιπλέον λογισμικό.

- **Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (PaaS)**

Το μοντέλο αυτό παρέχει τις κατάλληλες υπηρεσίες προκειμένου κάποιος να μπορέσει να αναπτύξει, να δοκιμάσει, να διαθέσει και να συντηρήσει εφαρμογές και υπηρεσίες μέσα σε ένα ενιαίο περιβάλλον πλατφόρμας, το οποίο χαρακτηρί-

ζεται για την ελαστικότητα και την ευελιξία που προσφέρει. Ο χρήστης δεν χρειάζεται να ανησυχεί για την συντήρηση του λογισμικού και της πλατφόρμας, καθώς ο πάροχος είναι αποκλειστικά υπεύθυνος. Με τέτοιες υπηρεσίες οι ανάπτυξη εφαρμογών σε υποδομή Νέφους αυξάνεται καθώς είναι ένας έξυπνος και εύκολος τρόπος να δημιουργήσει ο καθένας ένα δικό του λογισμικό. Μεγάλες εταιρείες που προσφέρουν PaaS υπηρεσίες είναι : Microsoft (Windows Azure)³, Google (App Engine)⁴, Salesforce⁵.

- **Υποδομή ως Υπηρεσία (IaaS)**

Το μοντέλο Υποδομή ως Υπηρεσία είναι η παροχή υπολογιστικών και δικτυακών πόρων μέσω εικονικών μηχανών. Η εταιρεία ή ο ιδιώτης μπορεί να υπενοικιάσει υποδομή ανάλογα με τις απαιτήσεις εκείνης της χρονικής στιγμής με λογική, όπως και στο PaaS, αντί να προβεί στην αγορά εξοπλισμού (υπολογιστικού, δικτυακού, κλπ), το ενοικιάζει για όσο αυτό του είναι χρήσιμο. Σήμερα παρέχονται τέτοιες υπηρεσίες από την Microsoft (Windows Azure), Rackspace.

2.3.2 Μοντέλα ανάπτυξης Υπολογιστικού Νέφους

Το Υπολογιστικό Νέφος, επιπλέον, χαρακτηρίζεται ως προς το μοντέλο ανάπτυξης της υποδομής. Τα τέσσερα μοντέλα είναι τα Δημόσιο Νέφος (Public Cloud), Ιδιωτικό Νέφος (Private Cloud), Κοινοτικό Νέφος (Community Cloud), Υβριδικό Νέφος (Hybrid Cloud).

- **Δημόσιο Νέφος (Public Cloud)**

Το Δημόσιο Νέφος αποτελεί ένα σύνολο από υπολογιστικούς πόρους, οι οποίοι διατίθενται μέσω του διαδικτύου και είναι διαθέσιμοι σε όλο το κοινό. Τα πλεονεκτήματα αυτής της υποδομής είναι η χρέωση με βάση το μοντέλο «Pay-per-use», η μεγάλη ευελιξία λόγω της άμεσης παροχής υπηρεσιών, η ύπαρξη κλιμά-

³ <http://www.microsoft.com/enterprise/microsoftcloud/>

⁴ <https://cloud.google.com/appengine>

⁵ <http://www.salesforce.com/>

κωσης σε μεγαλύτερη ή μικρότερη χωρητικότητα σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη.

- **Ιδιωτικό Νέφος (Private Cloud)**

Οι υπηρεσίες παρέχονται σε χρήστες που ανήκουν σε έναν συγκεκριμένο οργανισμό σε αντίθεση με το δημόσιο νέφος που απευθύνεται σε όλους. Τέτοιου είδους λύσεις υιοθετούν εταιρείες που επιθυμούν τον πλήρη έλεγχο των υπηρεσιών, οι οποίες ακολουθούν ένα κοινό νομικό πλαίσιο παροχής ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλειά τους. Σημαντικό χαρακτηριστικό είναι το μεγάλο κόστος δημιουργίας και λειτουργίας μιας τέτοιας υποδομής.

- **Κοινοτικό Νέφος (Community Cloud)**

Η δομή αυτού του μοντέλου είναι κοινή για πολλούς οργανισμούς και υποστηρίζει μια συγκεκριμένη κοινότητα με κοινά ενδιαφέροντα (ασφάλεια, συμμόρφωση κ.α.) και ανάγκες.

- **Υβριδικό Νέφος (Hybrid Cloud)**

Το Υβριδικό Νέφος είναι το μοντέλο που συνδυάζει όλα τα παραπάνω Νέφη, ώστε να δημιουργηθεί μια υποδομή. Η χρήση αυτού του μοντέλου παρέχει σε ορισμένες περιπτώσεις μεγαλύτερη ευελιξία σε επιχειρήσεις, δεδομένου ότι είναι εφικτή μια ποικιλία συνδυασμών των πόρων. Οι συνδυασμοί αυτοί επιτρέπουν την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση φόρτου εργασίας και μεγάλων απαιτήσεων υπολογιστικών πόρων.

2.3.3 Υπάρχουσες Τεχνολογίες

2.3.3.1 Υποδομή FIWARE

Το FIWARE είναι μια μη εμπορική πλατφόρμα που προσφέρει υπηρεσίες γενικού σκοπού (GEs) αλλά και ειδικού σκοπού (SEs) ακολουθούμενες από απλές διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (APIs) ώστε να είναι δυνατή η υλοποίηση έξυπνων εφαρμογών. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να αποκτήσει την κατάλληλη τεχνογνωσία ώστε να εξοικειωθεί με τις υπηρεσίες καθώς παρέχονται πειράματα και αποτελέσματα των υπηρεσιών αυτών από χρήστες που ήδη έχουν κάνει χρήση αυτών. Οι υπηρεσίες διανέμονται δωρεάν και είναι δημόσιες ώστε το κοινό να έχει πρόσβαση σε αυτές. Το γεγονός αυτό κάνει την πλατφόρμα ελκυστική στους χρήστες που θέλουν να δημιουργήσουν δικές τους εφαρμογές. Οι παροχές του FIWARE δεν σταματάνε στην διανομή υπηρεσιών με την μορφή λογισμικού αλλά δίνει την δυνατότητα σε προγραμματιστές να αποκτήσουν υπηρεσίες ως υποδομή (IaaS) δημιουργώντας εικονικές μηχανές και δεσμεύοντας υπολογιστικούς πόρους (μνήμη, επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτικό χώρο).

2.3.3.2 Openstack

Το Openstack είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα, το οποίο επιτρέπει την δημιουργία μιας υποδομής Υπολογιστικού Νέφους. Οι θεμελιωτές της δημιουργίας αυτού του λογισμικού είναι οι Rackspace Hosting και η NASA, όταν το 2010 αποφάσισαν να δουλέψουν πάνω σε ένα κοινό έργο για την υλοποίηση υποδομής Υπολογιστικού Νέφους. Σήμερα, είναι διαδεδομένο σε όλο τον κόσμο καθώς πάνω από διακόσιες εταιρείες χρησιμοποιούν Openstack στα Νέφη τους όπως είναι η Yahoo⁶, Intel⁷, Oracle⁸ κ.α. Τα συστήματα που είναι σχεδιασμένα στα πρότυπα του Openstack αποτελούνται από μια κεντρική αρχιτεκτονική και από επιμέρους μικρότερα κομμάτια κώδικα που είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο του μεγάλου όγκου υπολογιστικών πόρων που διαχειρίζονται. Εύκολη και άμεση είναι και αλληλεπίδραση του χρήστη πάνω στο λογισμικό καθώς μέσω κάποιας

⁶ <http://www.yahoo.com>

⁷ <http://www.intel.com/content/www/us/en/cloud-computing/intel-cloud-based-solutions.html>

⁸ <https://cloud.oracle.com/home>

κονσόλας τερματικού ή από APIs που παρέχονται μπορεί να έχει τον πλήρη έλεγχο τον φόρτου εργασίας της υποδομής και την ορθή διαμέριση των πόρων.

2.3.3.3 Υπηρεσίες Γενικού Σκοπού (Generic Enablers) και Υπηρεσίες Ειδικού Σκοπού (Specific Enablers)

Οι Generic Enablers δεν είναι τίποτα άλλο από υπηρεσίες κοινού σκοπού οι οποίες διανέμονται μέσω διαδικτύου με τη μορφή SaaS από παρόχους Υπολογιστικού Νέφους για την δημιουργία εφαρμογών. Η αρχιτεκτονική στην οποία υπακούουν τέτοιου είδους υπηρεσίες και συμβαδίζουν με τους κανόνες της, είναι η REST και ακολουθείται από ένα API το οποίο επιτρέπει την πρόσβαση σε αυτές. Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός Generic Enabler είναι η απλότητά του και η εύκολη χρήση του οποιαδήποτε στιγμή ζητηθεί από το χρήστη.

Η επικοινωνία και η σύνδεση παραπάνω του ενός Generic Enabler δημιουργεί έναν Specific Enabler που έχει ως στόχο την υλοποίηση μιας πιο σύνθετης λειτουργίας. Το σημαντικό πλεονέκτημα τέτοιων υπηρεσιών είναι η ευκολότερη και γρηγορότερη αποσφαλμάτωση που θα χρειαστεί να κάνει ο χρήστης κατά τη δημιουργία του συστήματος.

2.3.4 REST-API (Representational State Transfer – Application Programming Interface)

Το REST είναι μια αρχιτεκτονική, η οποία αποτελείται από κανόνες και περιορισμούς για την δημιουργία λογισμικού και υπηρεσιών που φιλοξενούνται στο διαδίκτυο. Ο συγκεκριμένες υπηρεσίες επικοινωνούν μέσω του πρωτοκόλλου HTTP (Hypertext Transfer Protocol) με την χρήση των μεθόδων GET, POST, PUT, DELETE κ.α. που χρησιμοποιούνται για αιτήσεις από πελάτες σε εξυπηρετητές στο διαδίκτυο. Σε αυτό το μοντέλο, πελάτης-εξυπηρετητής, είναι βασισμένη η αρχιτεκτονική REST. Με την χρήση των μεθόδων οι πελάτες ξεκινούν αιτήματα (request) προς τους εξυπηρετητές, οι οποίοι με τη σειρά

τους, επιστρέφουν τις ανάλογες απαντήσεις (response) κωδικοποιημένες συνήθως σε μορφή JSON ή XML.

Ένα API αποτελείται από ένα σύνολο οδηγιών και προτύπων προγραμματισμού για πρόσβαση σε υπηρεσίες που βρίσκονται στο διαδίκτυο. Οι προμηθευτές των υπηρεσιών προσφέρουν τα λεγόμενα APIs στο κοινό, έτσι ώστε οι προγραμματιστές να μπορούν να σχεδιάσουν εφαρμογές που να βασίζονται σε αυτά. Επιπλέον, τα APIs επιτρέπουν σε ένα πρόγραμμα να αλληλεπιδρά με ένα άλλο, χωρίς να παρεμβάλλεται ο χρήστης. Για παράδειγμα, όταν γίνεται κάποια αγορά στο διαδίκτυο με την χρήση πιστωτικής κάρτας ο εκάστοτε πωλητής χρησιμοποιεί ένα API προκειμένου να στείλει τις πληροφορίες της κάρτας σε μια απομακρυσμένη εφαρμογή που ελέγχει, εάν οι πληροφορίες είναι σωστές.

2.4 Αισθητήρες στο Νέφος

2.4.1 Εφαρμογές και Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

Οι αισθητήρες σήμερα έχουν διεισδύσει στην καθημερινότητα μας και βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά επίπεδα της ζωής μας. Εταιρείες ανά τον κόσμο λόγω των πλεονεκτημάτων τους πειραματίζονται με καινοτόμες και έξυπνες εφαρμογές προάγοντας παράλληλα τις είδη υπάρχουσες με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου. Πρόνοια καταστροφών, περιβαλλοντικός έλεγχος, έξυπνα σπίτια, ιατρική, καταγραφή κινήσεων είναι μερικές από τις εφαρμογές που βασίζονται σε αισθητήρες οι οποίοι μέσω των μετρήσεων τους παράγουν αποτέλεσμα που μπορεί να εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος.

Τα τελευταία χρόνια οι αισθητήρες έχουν μετακινηθεί στο διαδίκτυο ως Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Interest of Things). Ειδικότερα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αποτελείται από αισθητήρες-συσκευές που μεταδίδουν και αξιοποιούν τα δεδομένα από το φυσικό περιβάλλον για να παρέχουν κάποια υπηρεσία και μπορούν να επικοινωνούν μέσω διαδικτύου. Ενδεικτικό της νέας τάσης αυτής είναι το γεγονός ότι έχουμε ήδη παγκοσμίως, περίπου 18 δισεκατομμύρια συσκευές που διεισδύουν στο διαδίκτυο και προβλέπεται ότι ο αριθμός αυτός θα διπλασιαστεί. Από την ιδέα του Διαδικτύου των Πραγ-

μάτων δεν θα μπορούσε να λείπει το Υπολογιστικό Νέφος, καθώς είναι μέρος και αυτό του διαδικτύου. Η τεχνολογία Νέφους έρχεται να δώσει μια νέα διάσταση, καθώς εξυπηρετεί τους δημιουργούς τέτοιων εφαρμογών. Η υλοποίηση έξυπνων εφαρμογών μέσω των υπηρεσιών που προσφέρει το Νέφος (SaaS , PaaS, IaaS) γίνεται ευκολότερη και με σημαντική μείωση των εξόδων. Επιπλέον, η ταχύτητα αποστολής και ο μεγάλος όγκος δεδομένων που έχει την δυνατότητα κάποιος να αποθηκεύσει και να επεξεργαστεί στο Νέφος , το καθιστά ακόμα πιο ελκυστικό. Μερικοί αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναφέρονται παρακάτω :

- **Kinect**

Μέχρι πρότινος, γνωρίζαμε ότι η καταγραφή κινήσεων ήταν δυνατή με την χρήση καμερών. Το μεγάλο κόστος για την αγορά και εγκατάσταση τέτοιων αισθητήρων ανάγκασε τους καταναλωτές να στραφούν σε άλλες, πιο οικονομικές λύσεις. Μια τέτοια είναι και ο αισθητήρας κίνησης Kinect, γνωστός για την εφαρμογή στην παιχνιδομηχανή Xbox 360. Το Kinect σήμερα, έχει ενσωματωθεί πλήρως στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων καθώς η απλότητά του και η δυνατότητα να μεταφέρει δεδομένα στο διαδίκτυο το καθιστούν ελκυστικό. Έχουν υλοποιηθεί και συνεχώς εμφανίζονται νέες έξυπνες εφαρμογές στον τομέα της υγείας. Η πιο δημοφιλής είναι η Kinect Healthcare, μέσω της οποίας γίνεται δυνατή η απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών με σοβαρά τραύματα από το γιατρό τους. Επιπλέον, πρακτικές εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί και στον χώρο της τεχνολογίας, όπως είναι η ρομποτική. Πλέον, ο έλεγχος ρομπότ και γενικότερα αυτόνομων μηχανών επιτυγχάνεται μέσω της αναγνώρισης κινήσεων που παρέχει το Kinect.

- **Leap Motion⁹**

Ο πιο δημοφιλής αισθητήρας αναγνώρισης κινήσεων δαχτύλων και χεριών είναι ο Leap Motion Sensor. Συμβαδίζει πλήρως με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων καθώς τα δεδομένα που παρέχει ταξιδεύουν στο διαδίκτυο μέσω λογισμικού που προσφέρει η ίδια η εταιρεία στους χρήστες. Όπως το Kinect, έτσι και το Leap έχει εφαρμογή σε υπηρεσίες που μπορούμε να χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα μας. Ο αριθμός των εφαρμογών αγγίζει τις διακόσιες, γεγονός που δείχνει την

⁹ <https://www.leapmotion.com/>

προτίμηση των προγραμματιστών στον συγκεκριμένο αισθητήρα, σε σχέση με το μικρό διάστημα ζωής του. Το Leap, ανοίγει τον δρόμο για τον χειρισμό οποιασδήποτε ηλεκτρονικής συσκευής με την κίνηση των δαχτύλων μέσω του διαδικτύου. Ο έλεγχος του Η/Υ μέσω του αισθητήρα είναι μια από της πιο διαδομένους εφαρμογές σήμερα. Επιπλέον, ο αισθητήρας Leap βρίσκει εφαρμογή και στην καθημερινότητα των ανθρώπων με ειδικές ανάγκες καθώς σήμερα είναι εφικτή η αναγνώριση της νοηματικής γλώσσας από οποιαδήποτε συσκευή είναι συνδεδεμένη ο αισθητήρας.

- **Netatmo¹⁰**

Ο Netatmo είναι αισθητήρας παρακολούθησης κλιματικών αλλαγών (θερμοκρασία, υγρασία, πίεση κ.α.). Η κατασκευάστρια εταιρεία υποστηρίζει, μέσω υπηρεσιών που διαθέτει στο κοινό, την αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων σε ιδιωτική υποδομή Νέφους. Τον αισθητήρα Netatmo τον συναντάμε σε εφαρμογές που είναι απαραίτητος ο απομακρυσμένος περιβαλλοντικός έλεγχος και η έγκαιρη πρόβλεψη φυσικών καταστροφών όπως πυρκαγιά ή παγετός.

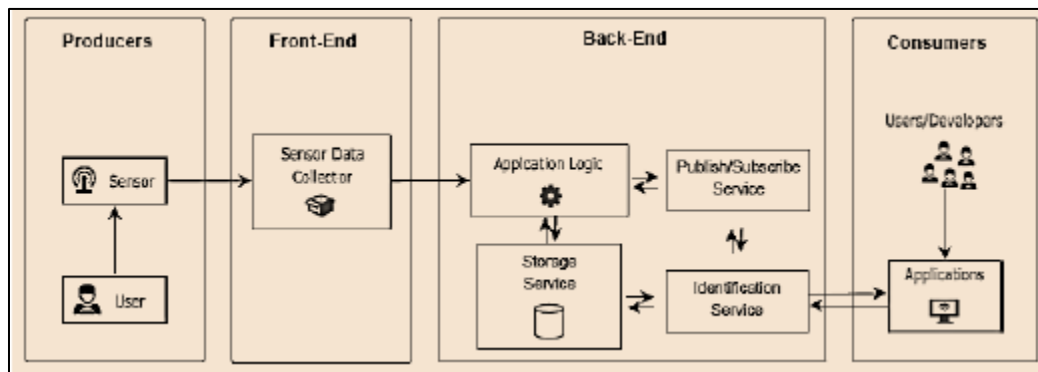
2.3.5.2 Υπηρεσιο-κεντρική Αρχιτεκτονική (Service Oriented Architecture – SOA)

Για την υλοποίηση συστημάτων στα πλαίσια του IoT είναι ευρέως γνωστή η υπηρεσιο-κεντρική αρχιτεκτονική, με βάση την οποία υλοποιήθηκε και το δικό μας σύστημα. Η Υπηρεσιο-κεντρική Αρχιτεκτονική βασίζεται στη λογική ότι οποιοδήποτε μεγάλο πρόβλημα μπορεί να λυθεί βέλτιστα και να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά η πολυπλοκότητά του εάν το διαιρέσουμε σε μικρότερα προβλήματα τα οποία το συνθέτουν. Κατά συνέπεια το ίδιο ισχύει και σε συστήματα τα οποία βασίζονται σε υπηρεσίες που φιλοξενούνται στο διαδίκτυο, όπως το δικό μας. Η αρχιτεκτονική αυτή είναι ένα ευέλικτο σύνολο αρχών σχεδιασμού και τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στη φάση της ανάπτυξης των συστημάτων. Τέτοια συστήματα αποτελούνται από ένα σύνολο υπηρεσιών που επικοινωνούν μεταξύ τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν

¹⁰ <https://www.netatmo.com/>

στο πλαίσιο πολλαπλών ,χωριστών συστημάτων από διάφορους επιχειρηματικούς τομείς. Κάποια από τα πλεονεκτήματα που την κάνουν ιδιαίτερα γνωστή και ελκυστική είναι :

- Οι υπηρεσίες είναι επαναχρησιμοποιήσιμες.
- Γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη αποσφαλμάτωση.
- Μικρότερος χρόνος διάθεσης νέων προϊόντων και εφαρμογών.
- Οι υπηρεσίες αυτές δεν δεσμεύονται από το σύστημα, αλλά είναι δυνατή η αντικατάστασή τους.



Εικόνα 1. Υπηρεσιο-κεντρική αρχιτεκτονική

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η υπηρεσιο-κεντρική αρχιτεκτονική. Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερα τμήματα. Αρχικά τους παραγωγούς (Producers), όπου περιλαμβάνονται οι αισθητήρες που παράγουν δεδομένα και οι χρήστες που αλληλεπιδρούν με αυτούς (π.χ. «διαχειριστές») και το διεπαφή χρήστη (Front-End) όπου πραγματοποιείται η συλλογή των δεδομένων. Επιπλέον, όπως αναφέρομαι παραπάνω η υπηρεσιο-κεντρική διαιρεί το πρόβλημα σε μικρότερα άλλα, αυτό γίνεται αντιληπτό στο τμήμα της διαχείρισης του συστήματος (Back –End) όπου χρησιμοποιούνται υπηρεσίες γενικού σκοπού έτσι ώστε το σύστημα να αποκτήσει λειτουργικότητα. Τέλος, στο τμήμα καταναλωτές (Consumers) περιλαμβάνονται οι τελικοί χρήστες και η εφαρμογή.

2.5 Πάροχοι Υπολογιστικού Νέφους

Η τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον μεγάλων και αναγνωρισμένων για το έργο τους στο χώρο της τεχνολογίας, εταιρείες. Η κάθε μια προσφέρει ξεχωριστές υπηρεσίες και οι υποδομές της υπακούουν σε διαφορετικές αρχιτεκτονικές. Παρακάτω γίνεται εκτενέστερη αναφορά σε μερικές από αυτές.

- **Amazon**

Ένας από του πρώτους κολοσσούς που ανέπτυξαν την τεχνολογία Νέφους είναι η Amazon. Σήμερα με το πλήθος των υπηρεσιών που παρέχει βρίσκεται δικαίως στις πρώτες θέσεις προτίμησης από τους καταναλωτές. Έκτος των υπηρεσιών που διαθέτει στο κοινό, προσφέρει υπηρεσίες αποθήκευσης (Amazon Simple Storage Service¹¹), πλατφόρμες (Amazon Elastic Compute Cloud¹²) και βάσεις δεδομένων (Amazon Simple DB¹³). Η Amazon έχει υλοποιήσει την υποδομή Νέφους πάνω σε μια δική της αρχιτεκτονική.

- **IBM**

Η IBM προσφέρει υπηρεσίες Υπολογιστικού Νέφους για να βοηθήσει επιχειρήσεις να εκμεταλλευτούν αυτό το όλο και πιο ελκυστικό μοντέλο. Επιπλέον, προσφέρει υπηρεσίες SaaS, PaaS, IaaS. Το σημαντικό χαρακτηριστικό της είναι ότι παρέχει τη δυνατότητα υλοποίησης μιας λύσης Νέφους συνδυάζοντας τρία μοντέλα ανάπτυξης, ιδιωτικό, δημόσιο και υβριδικό. Η αρχιτεκτονική πάνω στην οποία έχει βασιστεί η υποδομή της IBM είναι, το ήδη γνωστό Openstack.

- **VMware¹⁴**

Η VMware είναι ο γίγαντας της εικονοποίησης στο Νέφος. Παρέχει, ίσως την κορυφαία πλατφόρμα εικονοποίησης, VMware vSphere 5.1, την οποία μεγάλες εται-

¹¹ <http://aws.amazon.com/ses/>

¹² <http://aws.amazon.com/ec2/>

¹³ <http://aws.amazon.com/simplydb/>

¹⁴ <http://www.vmware.com/>

ρείες, όπως η Stratogen¹⁵, χρησιμοποιούν ώστε να δημιουργήσουν το δικό τους υβριδικό μοντέλο Νέφους. Τα προϊόντα-υπηρεσίες της είναι συμβατά με τρία γνωστότερα λειτουργικά συστήματα, Windows, Linux, Mac OS X.

- **Microsoft**

Η Microsoft διαθέτει υπηρεσίες Νέφους για επιχειρήσεις και προγραμματιστές. Ο ακρογωνιαίος λίθος των υπηρεσιών της Microsoft είναι η πλατφόρμα Azure Services Platform¹⁶. Η πλατφόρμα αυτή παρέχει μεγάλο εύρος εργαλείων για την ανάπτυξη, φιλοξενία και διαχείριση εφαρμογών από προγραμματιστές με την μορφή PaaS-IaaS. Επιπλέον, διαθέσιμη στο κοινό είναι η υπηρεσία Microsoft SQL Service, η οποία επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων, σχεσιακών ερωτημάτων πάνω σε αυτά.

| | Μοντέλο Υπηρεσιών | | | Μοντέλα Ανάπτυξης | | | Architecture |
|------------------|-------------------|------|------|-------------------|---------|--------|--------------|
| | SaaS | PaaS | IaaS | Public | Private | Hybrid | |
| Amazon | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | Amazon |
| IBM | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Openstack |
| VMware | - | - | ✓ | - | ✓ | - | VMware |
| Microsoft | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - | Microsoft |

Πίνακας 1. Παρόχοι και Υπηρεσίες

Στον Πίνακα 1 συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά των παρόχων Υπολογιστικού Νέφους. Δηλαδή, με ποιά μορφή προσφέρονται οι υπηρεσίες (SaaS, PaaS, IaaS), σύμφωνα με ποιο μοντέλο αναπτύχθηκε η κάθε μια υποδομή και η αρχιτεκτονική τους.

¹⁵ <http://www.stratogen.net/>

¹⁶ <http://azure.microsoft.com/>

Κεφάλαιο 3

Αισθητήρας Kinect Xbox 360 One

3.1 Χαρακτηριστικά Kinect Xbox 360 One

Μέχρι πρότινος, τεχνολογίες, όπως καταγραφή βάθους και κίνησης, υπήρχαν σε εργαστήρια και αποτελούσαν ακριβό εξοπλισμό. Με την εμφάνιση του, χαμηλού σε κόστος, αισθητήρα βάθους Kinect Xbox 360 One από την Microsoft, οι δυνατότητες έφτασαν στα χέρια του καθημερινού χρήστη. Ο αισθητήρας είναι σχεδιασμένος από την εταιρεία PrimeSense και έκανε την εμφάνιση του στην αγορά το Νοέμβριο του 2010. Χαρακτηριστικό της μεγάλης ζήτησης που παρουσίασε είναι οι 8 εκατομμύρια πωλήσεις δίνοντας τον τίτλο της ηλεκτρονικής συσκευής με την ταχύτερη πώληση. Από την κυκλοφορία του μέχρι σήμερα το Kinect έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορους κλάδους, όπως: Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality), Ευφυή Περιβάλλοντα (Ambient Intelligent Environments), Τεχνητή Όραση και Ρομποτική (Computer Vision and Robotics), Αναπηρίες (Disabilities) , Αναγνώριση Χειρονομιών (Gesture Recognition), Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality).

3.1.1 Δομικά στοιχεία αισθητήρα

Ο αισθητήρας Kinect περιλαμβάνει στο εσωτερικό του πέντε ξεχωριστούς αισθητήρες : αισθητήρας βάθους (Depth Sensor), κάμερα χρώματος (Color Camera), μικρόφωνο (Microphone), επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer).

- **Αισθητήρας Βάθους (Sensor Depth)**

Ο αισθητήρας βάθους επιτρέπει στο Kinect να δημιουργήσει 3D χάρτες βάθους μιας σκηνής, σε πραγματικό χρόνο. Η μέγιστη ανάλυση εικόνας βάθους που παράγει είναι 640x480, με συχνότητα 30 frames ανά δευτερόλεπτο. Στα δυο μέτρα απόστασης από τον αισθητήρα, έχει ακρίβεια 3 χιλιοστών σε ύψος και πλάτος και ένα εκατοστό σε βάθος. Η εμβέλεια ορθής λειτουργίας είναι από 0.8 μέχρι 3.5 μέτρα.

- **Κάμερα χρώματος (Color Camera)**

Το Kinect περιέχει μια ενσωματωμένη κάμερα χρώματος (Color CMOS) με μέγιστη ανάλυση 1280x1024 που μας προσφέρει μια πραγματική εικόνα. Η συχνότητα λήψης της κάμερας είναι 30 frames ανά δευτερόλεπτο και η εικόνα που μας δίνει είναι αρκετά καλή, ώστε να χρησιμοποιείται για αλγόριθμους αναγνώρισης προσώπου, δαχτύλων κ.α..

- **Μικρόφωνο**

Μια σειρά από τέσσερα μικρόφωνα δίνει στο Kinect τη δυνατότητα να δέχεται ήχο και να αναγνωρίζει τη γωνία της πηγής του στη σκηνή. Τα μικρόφωνα δέχονται 16 bit ήχο με συχνότητα δειγματοληψίας 16kHz.

- **Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer)**

Το επιταχυνσιόμετρο που διαθέτει το Kinect παρέχει την πληροφορία της θέσης της συσκευής. Οι τιμές του X και Y καθορίζουν την κλίση, ενώ το Z καθορίζει αν ο αισθητήρας έχει τοποθετηθεί ανάποδα ή όχι. Το επιταχυνσιόμετρο μετρά μόνο την κλίση και όχι τον προσανατολισμό της συσκευής.



Εικόνα 2. Kinect και επιμέρους αισθητήρες

3.2 Διαθέσιμα APIs

Το Kinect θεωρείται μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για τους προγραμματιστές λογισμικού. Έτσι, αμέσως μετά την εμφάνισή του στην αγορά, δημιουργήθηκαν αρκετά APIs για την πρόσβαση στα δεδομένα του αισθητήρα και την χρησιμοποίησή τους για την ανάπτυξη εφαρμογών. Αυτή τη στιγμή διατίθενται τρία αρκετά δημοφιλή APIs για την αποκωδικοποίηση των δεδομένων που παράγει το Kinect : Libfreenect , OpenNI-Nite, Microsoft Kinect SDK.

- **Open Kinect-Libfreenect**

Η βιβλιοθήκη Libfreenect ήταν από τις πρώτες που κυκλοφόρησαν, στις αρχές του Νοεμβρίου του 2010, λίγο μετά την κυκλοφορία του Kinect. Σχεδιασμένο σε γλώσσες προγραμματισμού C και Python μας παρέχει ένα μεγάλο αριθμό από wrappers την κατάλληλη βιβλιογραφία για την χρήση τους. Το Libfreenect παρέχει πρόσβαση στην κάμερα και στον αισθητήρα βάθους, αλλά δεν διαθέτει μεθόδους για την ανίχνευση σκελετού(Skeleton Tracking) γι' αυτό και θεωρείται API χαμηλού επιπέδου.

- **OpenNI-NITE**

Δημιουργήθηκε από έναν αφιλοκερδή οργανισμό, ο οποίος απαρτίζεται από διάφορες εταιρείες, συμπεριλαμβανομένου και της PrimeSense Ltd, το Δεκέμβριο του 2010. Το OpenNI αναπτύχθηκε σε C/C++ και παρέχει επικοινωνία με τον αισθητήρα βάθους, την κάμερα χρώματος και τα μικρόφωνα. Επιπλέον, μέσω μιας ενδιάμεσης βιβλιοθήκης, της NITE, δίνεται η δυνατότητα αναγνώρισης φωνής (Voice Recognition), αναγνώρισης χειρονομιών (Hand Gesture Recognition) και ανίχνευση σκελετού.

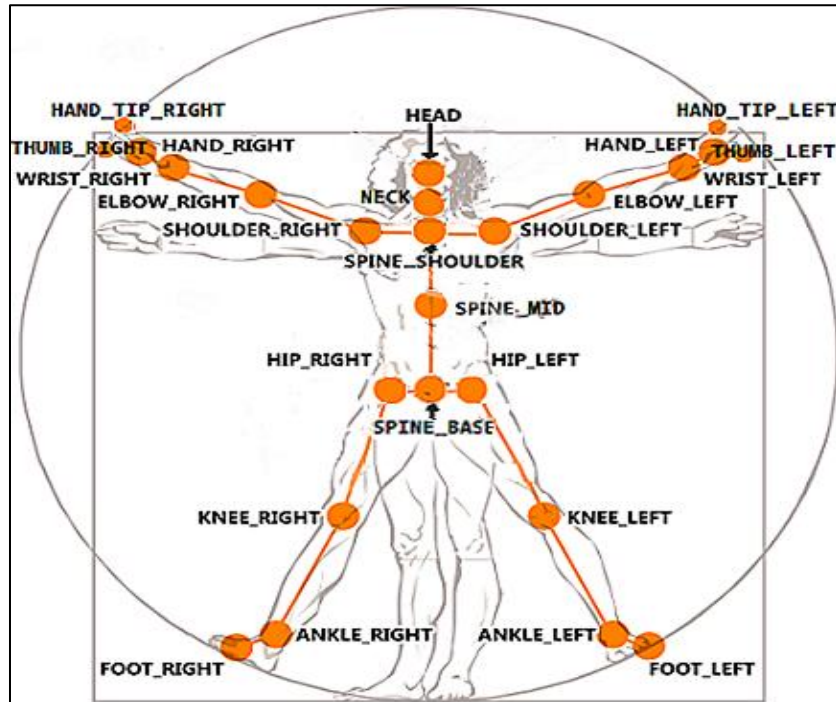
- **Microsoft Kinect SDK**

Η βιβλιοθήκη της Microsoft κυκλοφόρησε στις 16 Ιουνίου του 2011 για την χρήση του Kinect στο λειτουργικό σύστημα Windows 7 σε δοκιμαστική μορφή. Το SDK δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών σε C++, C# και Visual Basic. Μερικές από τις δυνατότητες τις βιβλιοθήκες είναι επεξεργασία ήχου με αναγνώριση της πηγής και της ομιλίας. Το 2012 η Microsoft προχώρησε στην υλοποίηση της επίσημης έκδοσης του SDK. Η νέα έκδοση έδινε περισσότερες δυνατότητες στους προγραμματιστές εφαρμογών, όπως την ανίχνευση προσώπου (Face Detection). Όσον αφορά την ανίχνευση κίνησης, η Microsoft πρόσθεσε την παράμετρο προσανατολισμού 20 των αρθρώσεων του σκελετού.

3.3 Παρακολούθηση Σκελετού (Skeleton Tracking)

Όπως, αναφέραμε παραπάνω, το SDK που μας παρέχει η Microsoft μας δίνει τη δυνατότητα να γνωρίζουμε τη θέση και τη στάση μέχρι δυο χρηστών που βρίσκονται μπροστά στο Kinect, κάτι το οποίο χρησιμοποιήσαμε στο δικό μας σύστημα. Αναλυτικότερα, τα δεδομένα παρέχονται ως ένα σύνολο σημείων, τα οποία συγκροτούν τον σκελετό. Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 3 δίνεται η δυνατότητα καταγραφής 20 αρθρώσεων του ανθρώπινου σκελετού (π.χ. καρπός, γόνατο κ.α.). Ο σκελετός αυτός αντιπροσωπεύει τη στάση και τη θέση του χρήστη. Για κάθε ένα από τα σημεία αυτά μας δίνονται συντεταγμένες σε τρισδιάστατη μορφή. Ειδικότερα, η μεταβλητή X συμβολίζει την θέση ή μετατόπιση

του χρήστη στον οριζόντιο άξονα X, η μεταβλητή Y μας δείχνει την θέση στον κάθετο άξονα Y και η μεταβλητή Z το βάθος στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης από το σημείο που βρίσκεται ο αισθητήρας.



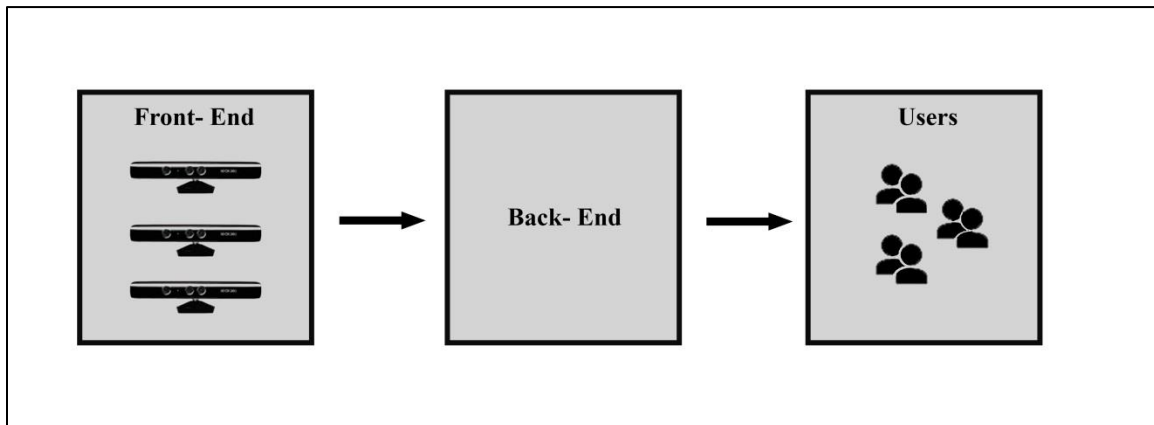
Εικόνα 3. Σημεία σκελετού

Κεφάλαιο 4

Σχεδιασμός Συστήματος

4.1 Αρχιτεκτονική

Το σύστημα Κ.Ρ.Ρ. αναπτύχθηκε και ολοκληρώθηκε σύμφωνα με τις αρχές και τους κανόνες που διέπουν την υπηρεσιο-κεντρική αρχιτεκτονική (SOA) . Μικρότερα υποσυστήματα όπως οι υπηρεσίες γενικού σκοπού έκαναν το έργο μας ευκολότερο καθώς έφεραν την υλοποίηση της εφαρμογής στην απλούστερη μορφή της. Η σχεδίαση μας αποτελείται από τρία βασικά τμήματα (Εικόνα 4) : «Διεπαφή Χρήστη» (Front-End) , «Διαχείριση συστήματος» (Back End) και «Χρήστες» (Users). Καθένα από αυτά τα τμήματα εξυπηρετούν συγκεκριμένους σκοπούς στο σύστημά μας, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω.



Εικόνα 4. Γενική περιγραφή αρχιτεκτονικής

4.1.1 Διεπαφή Χρήστη (Front-End)

Στο τμήμα της «Διεπαφής Χρήστη» βρίσκεται ο αισθητήρας Kinect και η συσκευή με την οποία συνδέεται (ηλεκτρονικός υπολογιστής) για την αποκωδικοποίηση των δεδομένων. Η χρήση USB hub είναι απαραίτητη ώστε να πραγματοποιηθεί η επικοινωνία του

αισθητήρα με τον H/Y, ο οποίος έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο ώστε τα δεδομένα να μεταφερθούν απευθείας στο Νέφος.

Σε επίπεδο «Διεπαφής του Συστήματος» περιλαμβάνεται και ο χρήστης με δικαιώματα «διαχειριστή» ο οποίος έχει τη δυνατότητα να εισάγει και να αφαιρεί αισθητήρες από το σύστημα καθώς και να αποθηκεύει πληροφορίες για τους ασθενείς.

4.1.2 Διαχείριση συστήματος (Back End)

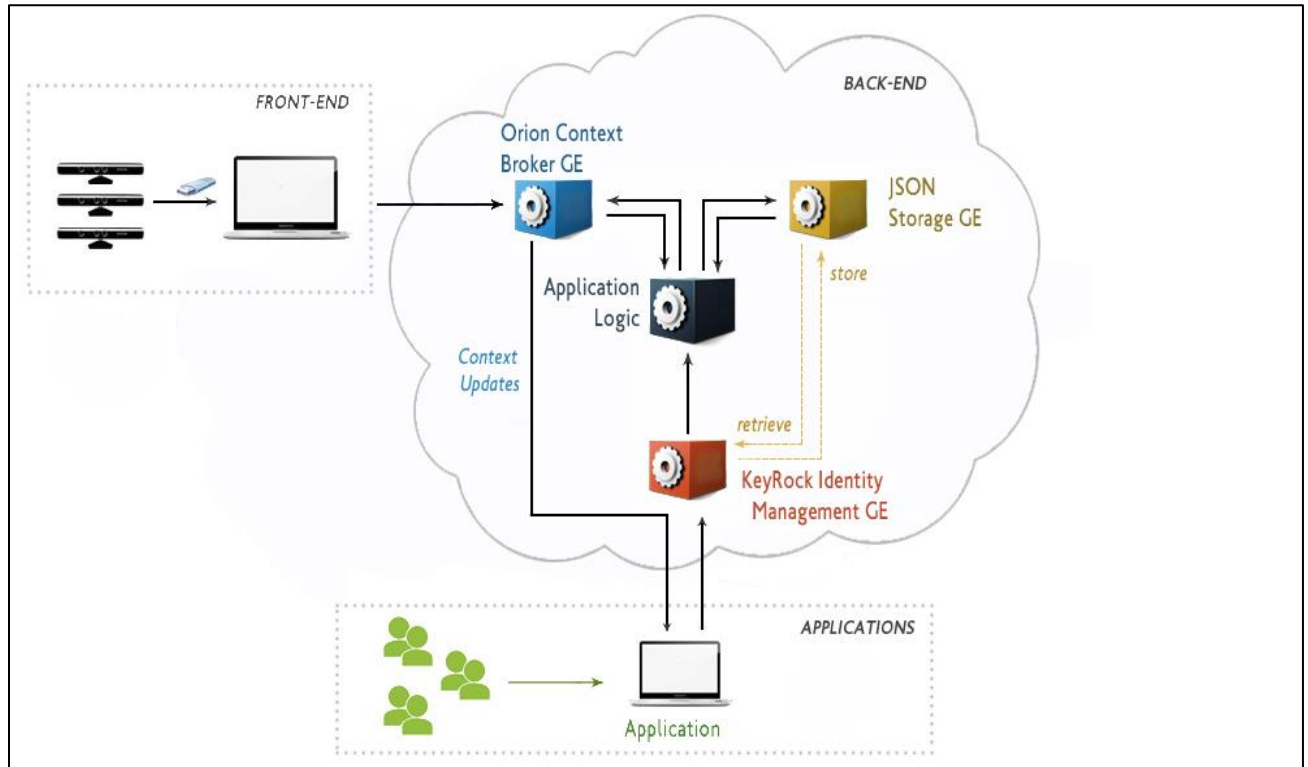
Το τμήμα «Διαχείριση Συστήματος», αποτελείται από τις υπηρεσίες γενικού σκοπού που χρησιμοποιήσαμε για την επεξεργασία και την αποθήκευση των δεδομένων που μεταφέρει ο αισθητήρας Kinect στο Νέφος. Πιο συγκεκριμένα, οι υπηρεσίες είναι ο Publish/Subscribe Orion Context Broker GE και JSON Storage GE, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την διαχείριση των συνδρομών του χρήστη και την αποθήκευση πληροφορίας και δεδομένων αντίστοιχα. Επιπλέον, το τμήμα αυτό περιέχει τον μηχανισμό ταυτοποίησης των χρηστών που εισέρχονται στην εφαρμογή, δηλαδή τον KeyRock Identity Management GE. Τέλος, μέσω της λογικής του συστήματος (Application Logic) καθορίζονται συνθήκες και κανόνες για το αποτέλεσμα που παράγει η εφαρμογή.

4.1.3 Χρήστες (Users)

Στο τμήμα «Χρήστες» περιλαμβάνονται οι χρήστες που πραγματοποιούν είσοδο στο σύστημά μας μέσω οποιασδήποτε συσκευής με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο καθώς επίσης και το γραφικό περιβάλλον (graphical user interface-GUI) για την εύκολη πρόσβαση του χρήστη με την χρήση «φυλλομετρητή».

Συνθέτοντας τα παραπάνω απλουστευμένα τμήματα, δημιουργείται η πλήρης αρχιτεκτονική του συστήματος (Εικόνα 5). Ειδικότερα, η «Διεπαφή Χρήστη» περιλαμβάνει την εγκατάσταση του αισθητήρα, η «Διαχείριση συστήματος» είναι υπεύθυνη για την διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων στο Νέφος όπως και για την επικοινωνία των

τμημάτων μέσω της «Λογικής» της εφαρμογής και στο τμήμα «Χρήστες» εμπεριέχονται οι τελικοί χρήστες και η εφαρμογή.



Εικόνα 5. Αρχιτεκτονική Συστήματος

4.1.4 Ανάλυση Ροής Δεδομένων

Τα δεδομένα, τα οποία εξάγονται από τον αισθητήρα ακολουθούν διαδρομές μέσα στο Νέφος που καθορίζονται από κανόνες που περιέχονται στην λογική του συστήματός μας (Application Logic). Ο χρήστης καθορίζει την ροή των δεδομένων μέσω της διεπαφής (GUI) που του προσφέρεται. Αναλυτικά παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθούν οι πληροφορίες από τον αισθητήρα προς τον τελικό χρήστη.

- Ο αισθητήρας Kinect εξάγει δεδομένα, με τα στοιχεία θέσης ανά δύο δευτερόλεπτα, εφόσον αυτός βρίσκεται στο εύρος ζώνης του αισθητήρα. Σε οποιαδήποτε

άλλη περίπτωση (π.χ. κίνηση χρήστη εκτός του πεδίου αναγνώρισης) δεν παράγονται δεδομένα.

- Την αποκωδικοποιημένη πληροφορία που εξάγει ο αισθητήρας την λαμβάνει η υπηρεσία γενικού σκοπού Publish/Subscribe Context Broker GE, όπου και αναεώνεται η οντότητα που είναι υπεύθυνη για τις συνδρομές των χρηστών. Οντότητα ονομάζουμε το πληροφοριακό σχήμα σε μορφή JSON που διατηρεί πληροφορίες για τις μετρήσεις, τον αισθητήρα κ.α.
- Η υπηρεσία JSON Storage GE δέχεται δεδομένα από τον διαχειριστή του συστήματος, για την σύνδεση νέου αισθητήρα, σε ποιο δωμάτιο ή χώρο τοποθετήθηκε και ποιόν ασθενή παρακολουθεί ώστε να παρέχονται στον χρήστη τα διαθέσιμα δωμάτια που μπορεί να παρακολουθεί.
- Ο χρήστης μέσω της διεπαφής (GUI) αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή με τα προσωπικά του στοιχεία. Για την εγγραφή νέων χρηστών και την πρόσβαση των ήδη εγγεγραμμένων υπεύθυνη είναι η υπηρεσία KeyRock Identity Management GE. Με τις κατάλληλες κλήσεις API αποθηκεύονται τα στοιχεία του χρήστη που μας επιστρέφονται από την υπηρεσία στον JSON Storage GE.
- Ο χρήστης βρισκόμενος στο περιβάλλον της εφαρμογής έχει τη δυνατότητα να κάνει αίτηση συνδρομής στον Context Broker GE ή να ζητήσει το ιστορικό οποιουδήποτε ασθενή, που επιστρέφεται από τον JSON Storage GE.
- Η υπηρεσία Context Broker GE επιστρέφει μετά από κάθε αίτηση συνδρομής ένα μοναδικό αναγνωριστικό (subscribe ID), ώστε το σύστημα να αναγνωρίζει το δωμάτιο ή το χώρο παρακολούθησης του κάθε χρήστη.
- Όλα τα παραπάνω δεδομένα στο σύστημα λαμβάνουν τον προορισμό τους από τη λογική του συστήματος (Application Logic). Στο τμήμα αυτό της αρχιτεκτονικής μας πραγματοποιούνται οι κλήσεις API, ώστε όλες οι υπηρεσίες γενικού σκοπού να επικοινωνούν κατάλληλα. Επιπλέον, η λογική του συστήματος περιλαμβάνει

τα όρια μέσα στα οποία γίνονται αντιληπτές οι προκαθορισμένες κινήσεις, ώστε να εμφανιστούν στον χρήστη.

4.1.5 Υπηρεσίες Γενικού Σκοπού και Λογική Συστήματος

4.1.5.1 Publish/Subscribe Context Broker-Orion Context Broker GE¹⁷

Ο Orion Context Broker είναι μια εφαρμογή του Publish/Subscribe Context Broker GE, ακολουθούμενο από τις διεπαφές NGSI9 και NGSI10 βασισμένες στην αρχιτεκτονική REST. Η υπηρεσία αυτή διαχειρίζεται τον μεγάλο όγκο δεδομένων που λαμβάνονται από τον αισθητήρα και είναι υπεύθυνη για τις συνδρομές των χρηστών. Ο Context Broker GE παρέχει ένα πληροφοριακό σχήμα σε μορφή JSON, οντότητα (entity) όπως ονομάζεται στην βιβλιογραφία, στο οποίο αποθηκεύεται προσωρινά πληροφορίες, όπως τα χαρακτηριστικά της συσκευής και οι χώροι παρακολούθησης και τα χαρακτηριστικά αυτών (attributes). Κατά την αποστολή δεδομένων τα χαρακτηριστικά που περιέχει το σχήμα ανανεώνεται αυτόματα. Η υπηρεσία δεν παρέχει την δυνατότητα μόνιμης αποθήκευσης δεδομένων, κάτι το οποίο συγκαταλέγεται στα μειονεκτήματα της. Οι λειτουργίες που προσφέρει ο Context Broker GE εμφανίζονται επιγραμματικά παρακάτω :

- Ερώτηση και ανάκτηση πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη εκείνη τη στιγμή στην οντότητα.
- Διαγραφή οντότητας.
- Ανανέωση οντότητας (εισαγωγή νέων χαρακτηριστικών ή συσκευής).
- Αίτηση συνδρομής.

Η αίτηση συνδρομών αποτελεί τον βασικό λόγο χρησιμοποίησης της συγκεκριμένης υπηρεσίας στο σύστημά μας. Αναλυτικότερα, έχοντας δημιουργήσει την οντότητα που περιλαμβάνονται οι πιθανοί χώροι παρακολούθησης κατά τα χαρακτηριστικά τους (τιμές αρθρώσεων), εκτελώντας τις κατάλληλες κλήσεις API, ενημερώνουμε την υπηρεσία για το ποιο δωμάτιο έχει αιτηθεί ο χρήστης ότι επιθυμεί να παρακολουθεί. Ο Context Broker

¹⁷ <http://catalogue.fiware.org/enablers/publishsubscribe-context-broker-orion-context-broker>

Ge αφού λάβει την κλήση επιστρέφει την απάντηση σε σχήμα JSON, η οποία με τη σειρά της περιέχει πληροφορίες. Το σχήμα αυτό περιλαμβάνει ένα μοναδικό αναγνωριστικό κωδικό (subscription ID), ώστε να αποφεύγεται πιθανή σύγχυση του συστήματος σε περίπτωση πολλών αιτήσεων από διαφορετικούς χρήστες και να είναι δυνατή η διαγραφή της συνδρομής. Επιπλέον, δίνονται οι τιμές των χαρακτηριστικών για τα οποία έχει πραγματοποιηθεί η συνδρομή. Είναι χρήσιμο να αναφέρουμε, πως η συχνότητα με την οποία λαμβάνονται οι απαντήσεις καθορίζονται είτε από ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα είτε από κάποια μεταβολή χαρακτηριστικού.

Για την καλύτερη κατανόηση της υπηρεσίας γενικού σκοπού Context Broker ακολουθεί χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης της.



Εικόνα 6. Παράδειγμα υπηρεσίας

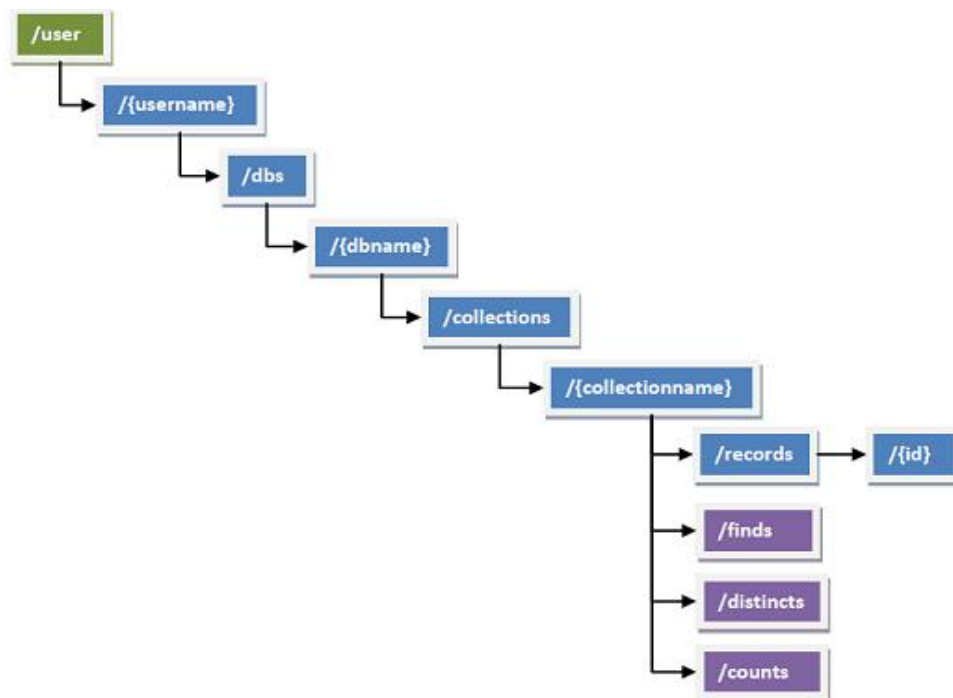
Έστω ότι έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα παρακολούθησης οχημάτων. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζονται δυο αυτοκίνητα. Στο πρώτο καταγράφεται η ταχύτητα και στο δεύτερο η τοποθεσία. Τα οχήματα αντιπροσωπεύουν δυο οντότητες και η ταχύτητα και η τοποθεσία χαρακτηριστικά των οντοτήτων αυτών. Στην περίπτωση επιλογής παρακολούθησης του πρώτου αυτοκινήτου γίνεται αίτηση συνδρομής από τον χρήστη. Η υπηρεσία απαντάει στέλνοντας ένα σχήμα JSON το οποίο περιέχει την τιμή της ταχύτητας του αυτοκινήτου, η οποία εμφανίζεται στον χρήστη αφού αποκωδικοποιηθεί στο παρασκήνιο του συστήματος. Στην περίπτωση που ο δημιουργός του συστήματος έχει ορίσει ως κριτήριο για την λήψη της τιμής της ταχύτητας, την αλλαγή του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού, οι απαντήσεις από την υπηρεσία θα λαμβάνονται αν και εφόσον η ταχύτητα μεταβληθεί. Στην περίπτωση ορισμού ενός χρονικού διαστήματος ως κριτήριο, η τιμή της ταχύτητας

θα λαμβάνεται σύμφωνα με αυτό το χρονικό διάστημα. Με τον ίδιο τρόπο η υπηρεσία ανταποκρίνεται και σε αιτήσεις για το δεύτερο αυτοκίνητο.

Από το παραπάνω παράδειγμα γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι το κριτήριο χρόνου εξυπηρετεί εφαρμογές με γρήγορη ροή δεδομένων (π.χ. καταγραφή κίνησης, ταχύτητας) καθώς είναι αναγκαία η όσο τον δυνατών γρηγορότερη εμφάνιση των αποτελεσμάτων, ενώ το κριτήριο μεταβολής χαρακτηριστικού είναι πρακτικό για εφαρμογές που δεν αποστέλλουν κρίσιμη πληροφορία (π.χ. μέτρηση θερμοκρασίας).

4.1.5.2 JSON Storage GE

Ο JSON Storage GE είναι η υπηρεσία που υποστηρίζει την αποθήκευση πληροφορίας σε μορφή JSON μέσω της πιο αφηρημένου τύπου βάσης Mongo DB. Η υπηρεσία συνοδεύεται από API σχεδιασμένο με βάση την αρχιτεκτονική REST. Οι βασικές λειτουργίες που υποστηρίζει η υπηρεσία είναι η δημιουργία, ανανέωση και διαγραφή χρηστών όπως επίσης και την δημιουργία βάσεων δεδομένων, συλλογών και εγγραφών. Ο χρήστης δεσμεύει χώρο, έτσι ώστε να αποθηκεύει δεδομένα, δίνοντας όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης, χωρίς να επιτρέπεται η προσπέλαση προσωπικών δεδομένων από τρίτους. Ο κάθε χρήστης δημιουργεί βάσεις δεδομένων που περιέχουν συλλογές και αυτές με τη σειρά τους περιλαμβάνουν εγγραφές. Η Εικόνα 7 παρουσιάζει την αναλυτική δομή της υπηρεσίας.



Εικόνα 7. Δομή JSON Storage GE

Η σχεδίαση και η υλοποίηση της συγκεκριμένης υπηρεσίας παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους μέχρι τώρα γνωστούς τύπους βάσεων δεδομένων. Αναλυτικότερα, ο JSON Storage GE αποτελεί μια πιο ευέλικτη λύση για αποθήκευση δεδομένων καθώς δέχεται μεγαλύτερο όγκο δεδομένων ανταποκρινόμενος ικανοποιητικά και στην μεγάλη ταχύτητα με την οποία αυτά στέλνονται. Η ασφάλεια που παρέχει στο χρήστη για την προστασία των δεδομένων του συμπεριλαμβάνεται σε ένα ακόμα από τα πλεονεκτήματα της υπηρεσίας. Οι βασικές μέθοδοι που υποστηρίζει η υπηρεσία μέσω της διεπαφής παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 :

| Μέθοδοι | Λειτουργίες |
|---------|--------------------------------------|
| POST | Εισαγωγή δεδομένων-δημιουργία χρήστη |
| GET | Ανάκτηση δεδομένων |
| PUT | Ανανέωση δεδομένων |
| DELETE | Διαγραφή δεδομένων |

Πίνακας 2. Μέθοδοι και Λειτουργίες

4.1.5.3 KeyRock Identity Management GE¹⁸

Η υπηρεσία γενικού σκοπού KeyRock IDM καλύπτει κάποιες πτυχές που αφορούν την πρόσβαση των χρηστών στα δίκτυα, υπηρεσίες και εφαρμογές. Επιπλέον, η συγκεκριμένη υπηρεσία χρησιμοποιείται για την έγκριση ξένων υπηρεσιών να αποκτούν πρόσβαση σε προσωπικά δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Ο KeyRock περιλαμβάνει διεπαφή REST API για την εύκολη χρήση του από δημιουργούς εφαρμογών και βασίζεται στο πρωτόκολλο OAuth 2.0.

Η πλατφόρμα FI-WARE, που μας παρέχει την υπηρεσία, μας δίνει τη δυνατότητα να δηλώσουμε την εφαρμογή μας στο σύστημά της έτσι ώστε να διαχειρίζεται η ταυτοποίηση των χρηστών. Αφού δηλωθεί η εφαρμογή, δίνονται «ρόλοι» στους χρήστες, με τους οποίους ο καθένας μπορεί να έχει διαφορετικά δικαιώματα πάνω στο σύστημά μας.

Ο IDM είναι υπεύθυνος για την εγγραφή νέων χρηστών αλλά και την ταυτοποίηση των ήδη εγγεγραμμένων στην εφαρμογή μας. Ο χρήστης που επιθυμεί να αποκτήσει πρόσβαση στην εφαρμογή είναι υποχρεωμένος να εγγραφεται στην πλατφόρμα FI-WARE αποκτώντας το αναγνωριστικό χρήστη (User ID). Τέλος, δίνεται η δυνατότητα του ρόλου σε κάθε χρήστη να έχει διαφορετικά δικαιώματα με τον καθένα απ' αυτούς κατά την χρήση της εφαρμογής.

4.1.5.4 Λογική Συστήματος (Application Logic)

Η Λογική του Συστήματος μπορεί να θεωρηθεί το «γρανάζι» της εφαρμογής μας. Στο τμήμα αυτό περιέχονται έλεγχοι, κανονισμοί και οι απαραίτητες κλήσεις API ώστε το σύστημα να είναι λειτουργικό. Οι υπηρεσίες επικοινωνούν μεταξύ τους και ανταλλάζουν δεδομένα σύμφωνα με τις λειτουργίες που ο χρήστης επιθυμεί να παρακολουθεί. Το συγκεκριμένο τμήμα ξεκινάει τη λειτουργία αμέσως μόλις κάποιος χρήστης εισέλθει στο σύστημα. Πραγματοποιώντας τις κατάλληλες κλήσεις λαμβάνει το αναγνωριστικό του χρήστη (User ID) από την υπηρεσία IDM ταυτοποιώντας τα στοιχεία του με τον JSON Storage GE. Τα δύο βασικά χαρακτηριστικά που επιστρέφονται από την υπηρεσία αποθήκευσης είναι ο «ρόλος» του χρήστη και το αναγνωριστικό συνδρομής (Subscribe ID).

¹⁸ <http://catalogue.fiware.org/enablers/identity-management-keyrock>

Αρχικά, επιστρέφοντας ο JSON Storage GE τον ρόλο του χρήστη, η λογική συστήματος δίνει τα αντίστοιχα δικαιώματα σε αυτόν. Δηλαδή, στην περίπτωση του «ρόλου» διαχειριστή το σύστημα μεταφέρει τον χρήστη στο περιβάλλον όπου γίνεται η διαχείριση των αισθητήρων και των ασθενών. Πιο συγκεκριμένα, δίνεται η δυνατότητα εγγραφής ή διαγραφής νέων αισθητήρων ή χρηστών στο σύστημα και η καταγραφή των δωματίων που έχουν εγκατασταθεί οι αισθητήρες και ποιους ασθενείς παρακολουθούν. Σε αντίθετη περίπτωση που ο χρήστης εισέρθει στο σύστημα με «ρόλο» απλού επισκέπτη κατευθύνεται στη λίστα με τους ασθενείς που μπορεί να παρακολουθεί.

Επιπλέον, το αναγνωριστικό συνδρομής είναι απαραίτητο ώστε το σύστημα να γνωρίζει αν ο χρήστης από τη στιγμή που εισέρθει στην εφαρμογή έχει πραγματοποιήσει κάποια συνδρομή που είναι ενεργή έτσι ώστε να τον μεταφέρει απευθείας στο περιβάλλον παρακολούθησης ασθενών και να του δώσει την επιλογή διαγραφής ή ανανέωσης της συνδρομής. Σε περίπτωση μη ύπαρξης αναγνωριστικού συνδρομής στον χρήστη εμφανίζεται η λίστα με τα ονόματα των ασθενών και των αισθητήρων για να πραγματοποιήσει τις συνδρομές που επιθυμεί.

Οι λειτουργίες που πραγματοποιεί η λογική συστήματος δεν σταματούν εδώ. Στο τμήμα αυτό αποκωδικοποιούνται η τιμές του αισθητήρα που, στέλνονται ανά δυο δευτερόλεπτα, από τον Context Broker GE και μεταφράζονται σε γεγονότα (ασθενής σηκώθηκε ή το ποσοστό επιτυχίας της άσκησης) έτσι ώστε να εμφανίζονται στον τελικό χρήστη. Παρουσιάζοντας της παραπάνω λειτουργίες συμπεραίνουμε ότι με την ανάκτηση των πληροφοριών του κάθε χρήστη η λογική του συστήματος είναι σε θέση να πραγματοποιεί κλήσεις στις υπηρεσίες με βάση την αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα.

4.2 Γραφικό Περιβάλλον εφαρμογής (GUI)

Όπως έχουμε αναφέρει, το σύστημα είναι προσβάσιμο μέσω οποιουδήποτε «φυλλομετρητή». Γι' αυτό το λόγο ήταν απαραίτητη η σχεδίαση ενός γραφικού περιβάλλοντος για την παροχή εύκολης πρόσβασης στην εφαρμογή. Η ανάπτυξη αυτής της διεπαφής με το χρήστη υλοποιήθηκε, με την πλέον κατάλληλη γλώσσα δημιουργίας ιστοσελίδων, HTML (Hyper Text Markup Language) και της βιβλιοθήκες Bootstrap. Για τα γραφικά

και το σχεδιαστικό κομμάτι της χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα CSS (Cascading Style Sheets). Με την χρήση της HTML δημιουργήθηκαν τα απαραίτητα κουμπιά και οι φόρμες, ώστε ο χρήστης να μπορεί να αλληλεπιδρά με το σύστημα.

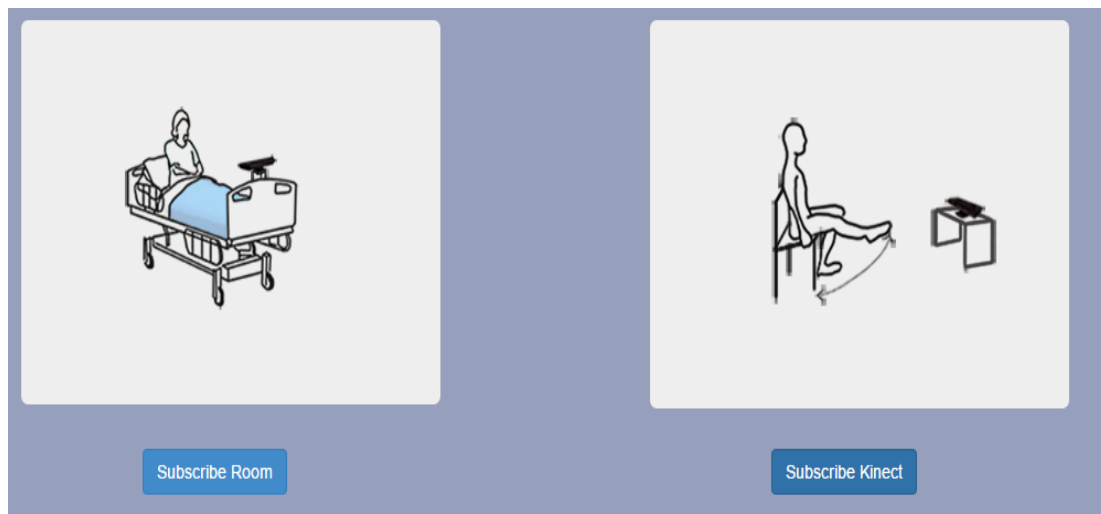
Παρακάτω παρουσιάζεται ένα αναλυτικό παράδειγμα που δείχνει το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής και το πώς μέσω αυτού μπορεί ένας χρήστης να αλληλεπιδρά με το σύστημα.

Αρχικά, ο χρήστης επισκέπτεται την σελίδα που βρίσκεται η εφαρμογή, στην οποία παρουσιάζεται στην αρχική σελίδα, το λογότυπο και το κουμπί για την πρόσβαση στο σύστημα (Εικόνα 8)



Εικόνα 8. Αρχική σελίδα

Στη συνέχεια, αφού ο χρήστης εισέρθει στην εφαρμογή με «ρόλο» επισκέπτη, μεταβαίνει στη λίστα με τις δυο επιλογές χώρων που του δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθεί (Εικόνα 9). Στην περίπτωση που του έχουν δοθεί δικαιώματα χρήστη, έχει τη δυνατότητα να προσθέσει νέο αισθητήρα μέσω της φόρμας (Εικόνα 10).



Εικόνα 9. Επιλογή χώρου

Εικόνα 10. Σελίδα διαχειριστή

Εφόσον ο χρήστης επιλέξει την παρακολούθηση κάποιου δωματίου, εμφανίζεται μια λίστα από τα δωμάτια που είναι καταχωρημένα στο σύστημα και το όνομα του ασθενούς που ο κάθε αισθητήρας καταγράφει (Εικόνα 11).

| <div>Search</div> | | | | |
|----------------------|-----------|---------|----------|--------|
| Patient Name | Kinect ID | Service | Room Num | Action |
| Stelios Balampanis | 1 | Room | 10 | ✓✕📄 |
| Thanasis Kyriazis | 3 | Room | 7 | ✓✕📄 |
| Xronis Kazantzis | 5 | Room | 5 | ✓✕📄 |
| Kostas Douzis | 6 | Room | 11 | ✓✕📄 |
| Spyros Argyropoulos | 12 | Room | 1 | ✓✕📄 |
| <div>Subscribe</div> | | | | |

Εικόνα 11. Λίστα ασθενών

Επιλέγοντας την παρακολούθηση κάποιου ασθενούς ο χρήστης μεταφέρεται στο περιβάλλον όπου γίνεται η παρουσίαση των κινήσεων του ασθενούς (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Παρακολούθηση ασθενούς

Τέλος, ο χρήστης παρακολουθεί το ιστορικό κάθε ασθενή με τα γεγονότα και το χρονικό σημείο που αυτά πραγματοποιήθηκαν. Εφόσον επιλεγθεί το ιστορικό ασθενούς που πραγματοποιεί άσκηση εμφανίζονται τα ποσοστά επιτυχίας και η ημερομηνία (Εικόνα 13).

| <div>Search</div> | | | | | |
|--------------------|-----------|---------|----------|---------------------------|-------|
| Patient Name | Kinect ID | Service | Room Num | Time | Event |
| Stelios Balampanis | 1 | Room | 10 | Mon, 26 Jan 2015 13:55:01 | 40% |
| Stelios Balampanis | 1 | Room | 10 | Tue, 27 Jan 2015 16:24:00 | 40% |
| Stelios Balampanis | 1 | Room | 10 | Tue, 27 Jan 2015 16:24:02 | 70% |
| | | | | | |

Εικόνα 13. Ιστορικό ασθενούς

4.2 Υλοποίηση Συστήματος

Σε αυτό το σημείο γίνεται εκτενέστερη ανάλυση της ανάπτυξης και της υλοποίησης του συστήματος κατά τμήματα «Διεπαφή Χρήστη» (Front-End), «Διαχείριση Συστήματος» (Back-End) και «Λογική Συστήματος» (Application Logic) . Δηλαδή το πώς χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας Kinect και τα δεδομένα του, η επικοινωνία και ο τρόπος χρήσης των υπηρεσιών γενικού σκοπού και τελικώς η εγκατάστασή του στην υποδομή Νέφους Intellicloud.

4.2.1 Διεπαφή Χρήστη (Front-End)

4.2.1.1 Εγκατάσταση Kinect και λήψη δεδομένων

Όπως έχουμε αναφέρει, ο αισθητήρας Kinect δεν έχει τη δυνατότητα άμεσης πρόσβασης στο διαδίκτυο. Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η σύνδεσή του με ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω USB hub. Η επικοινωνία και η αποκωδικοποίηση των δεδομένων που εξάγονται από τον αισθητήρα γίνονται μέσω του οδηγού που δημιουργήσαμε. Ο οδηγός αναπτύχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού C# και σε περιβάλλον Microsoft Visual Studio

2010. Με την εγκατάσταση του συγκεκριμένου οδηγού αναγνωρίζεται ο αισθητήρας Kinect, μεταφράζονται τα δεδομένα του σύμφωνα με τις ανάγκες του συστήματος και αποστέλλονται στο Νέφος.

Αναλυτικότερα, ο αισθητήρας εντοπίζοντας το σκελετό του ασθενούς επιστρέφει το σημείο που βρίσκονται οι αρθρώσεις που χρειαζόμαστε (δεξί-αριστερό ώμο, δεξί-αριστερό καρπό χεριού, δεξί-αριστερό αστράγαλο) ώστε να ερμηνευτούν οι κινήσεις του. Σε περίπτωση που το Kinect δεν καταγράφει, δεν μας παρέχει δεδομένα. Ο οδηγός αυτός είναι υπεύθυνος να στείλει τα δεδομένα στο Νέφος μέσω διαδικτύου εκτελώντας ανά ένα δευτερόλεπτο κλήση API προς την υπηρεσία Context Broker GE, έτσι ώστε να ανανεωθεί η οντότητα που περιέχει τις τιμές των αρθρώσεων. Παρακάτω αναλύεται η δημιουργία της οντότητας και των χαρακτηριστικών της.

4.2.2 Διαχείριση συστήματος (Back-End)

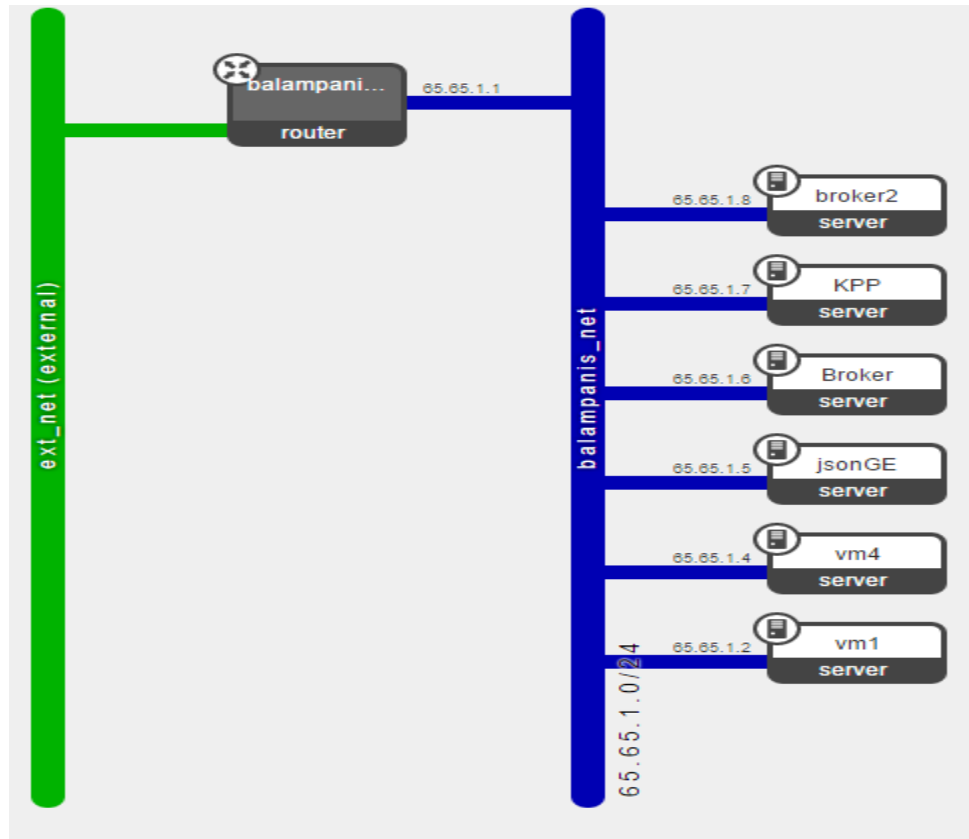
4.2.2.1 Δημιουργία Εικονικών μηχανών στο Intellicloud

Η υποδομή Νέφους Intellicloud μέσω των υπηρεσιών σε μορφή IaaS που προσφέρει μας έδωσε τη δυνατότητα να φιλοξενήσουμε το σύστημα μας στο Νέφος, δημιουργώντας εικονικές μηχανές. Αρχικά, για να αποκτήσουμε πρόσβαση στη συγκεκριμένη ιδιωτική υποδομή μας δόθηκαν τα κατάλληλα αναγνωριστικά (όνομα χρήστη και κωδικός χρήστη) από τον διαχειριστή. Για την δημιουργία μιας εικονικής μηχανής ήταν απαραίτητο να ακολουθηθούν κάποια συγκεκριμένα βήματα, όπως αυτά περιγράφονται παρακάτω.

1. Δημιουργία Τοπολογίας Δικτύου

Αρχικά, η δημιουργία τοπολογίας δικτύου πραγματοποιήθηκε με τον ορισμό ενός εσωτερικού εικονικού δικτύου (virtual network) και ενός εικονικού δρομολογητή (virtual router) έτσι ώστε να υπάρχει επικοινωνία με εξωτερικά δίκτυα. Η επικοινωνία αυτή είναι βασισμένη σε κανόνες και πρωτόκολλα τα οποία εμείς ορίσαμε

σύμφωνα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις των υπηρεσιών που αλληλεπιδρούν με το σύστημά μας. Η τοπολογία παρουσιάζεται στην Εικόνα 14.



Εικόνα 14. Τοπολογία Δικτύου

2. Δημιουργία Στιγμιότυπου (Instance)

Με την δημιουργία στιγμιότυπου δεσμεύουμε μια Εικόνα (Image) μέσα στο οποίο περιλαμβάνεται η λογική της εφαρμογής μας. Την Εικόνα την παραμετροποιήσαμε σύμφωνα με τις ανάγκες μας και την υπολογιστική ισχύ που χρειαζόμασταν. Ειδικότερα, επιλέξαμε λειτουργικό σύστημα Ubuntu 12.04 LTS-64 bit, υπολογιστική ισχύ medium με μνήμη RAM 4GB, επεξεργαστή δύο πυρήνων, σκληρό δίσκο 40GB (Εικόνα 16). Στη συνέχεια, για την πρόσβαση στο διαδίκτυο δώσαμε

εξωτερική και εσωτερική διεύθυνση (IP) ώστε να ολοκληρωθεί το στιγμιότυπο (Εικόνα 17)

Launch Instance

Details

Access & Security

Networking

Volume Options

Post-Creation

Instance Source

Image

Image

Ubuntu12.04LTS-64

Instance Name

test

Flavor

m1.medium

Instance Count

1

Specify the details for launching an instance.

The chart below shows the resources used by this project in relation to the project's quotas.

Flavor Details

| | |
|----------------|-----------|
| Name | m1.medium |
| VCPUs | 2 |
| Root Disk | 40 GB |
| Ephemeral Disk | 0 GB |
| Total Disk | 40 GB |
| RAM | 4,096 MB |

Project Quotas

Number of Instances (7)

3 Available

Number of VCPUs (14)

6 Available

Total RAM (28,672 MB)

22,528 MB Available

Cancel

Launch

Εικόνα 16. Παραμετροποίηση Στιγμιότυπου

| Instance Name | IP Address | Size | Keypair | Status | Task | Power State | Actions |
|---------------|----------------------------|--|----------------|--------|------|-------------|--|
| test | 65.65.1.9 147.27.50.124 | m1.medium 4GB RAM 2 VCPU 40GB Disk | balampanis_key | Active | None | Running | <div>Create Snapshot</div> <div>More ▾</div> |

Εικόνα 17. Στιγμιότυπο

3. Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής και Εικονική Μηχανή

Αφού δημιουργήσαμε την εικονική μηχανή, εγκαταστήσαμε τα εργαλεία που ήταν απαραίτητα για την υλοποίηση της λογικής του συστήματος. Για την εγκατάσταση και την πρόσβαση στην εικόνα χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Putty.

Αρχικά, χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό Apache ώστε η εικονική μηχανή να έχει τη δυνατότητα προσφοράς υπηρεσιών στον διακομιστή (server). Επιπλέον, εγκαταστάθηκε η βιβλιοθήκη της PHP που μας ήταν χρήσιμη στην επικοινωνία με τον διακομιστή και περιείχε τα εργαλεία με τα οποία πραγματοποιούνται οι κλήσεις στις υπηρεσίες.

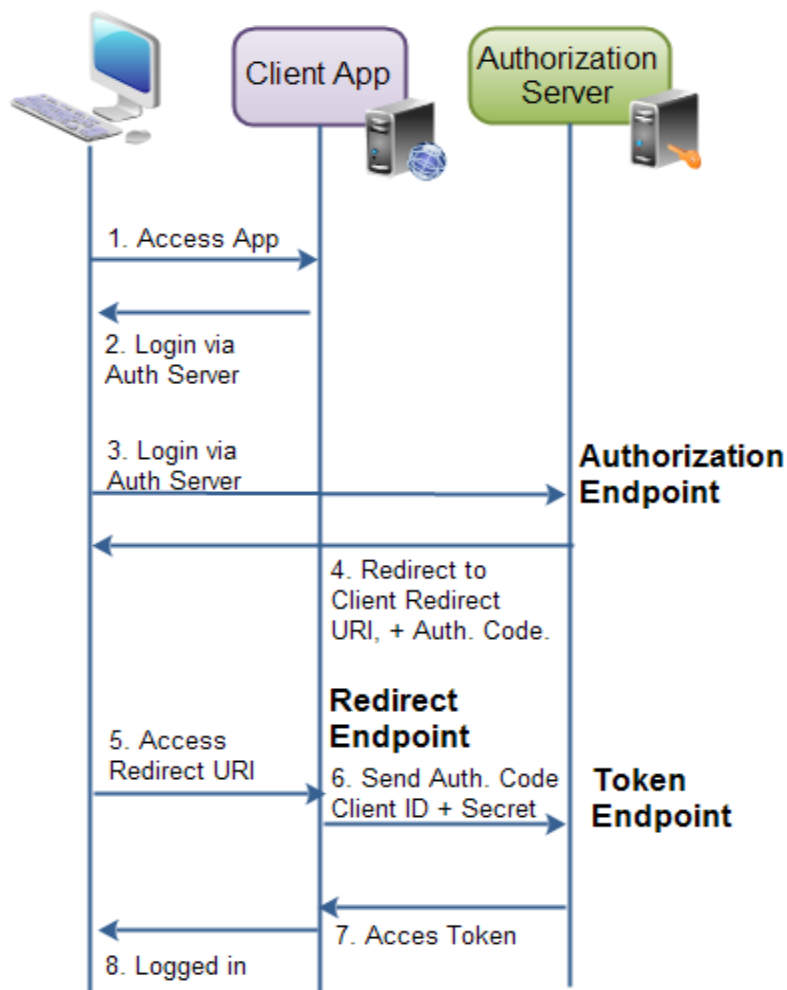
4.2.2.2 Εικονική Μηχανή KeyRock Identity Management GE

Η υπηρεσία Identity Management GE παρέχεται από την υποδομή νέφους FI-WARE. Η συγκεκριμένη υπηρεσία δεν απαιτεί την δημιουργία εικόνας (image), καθώς το FI-WARE μας παρέχει μια δημόσια εικονική μηχανή η οποία φιλοξενείται στη διεύθυνση <http://account.lab.fi-ware.org>.

Για την χρήση του IDM αρχικά δημιουργήσαμε ένα προσωπικό λογαριασμό στην υποδομή FI-WARE. Στη συνέχεια δηλώσαμε την εφαρμογή μας έτσι ώστε να είναι δυνατή η πιστοποίηση των χρηστών μέσω της υπηρεσίας (Εικόνα 17) . Από τη στιγμή που πραγματοποιήθηκε η δήλωση αποκτήσαμε τα κατάλληλα OAuth 2.0 διαπιστευτήρια που είναι απαραίτητα για της κλήσης API. Στη φόρμα που παρουσιάζεται στην εικόνα 17 παρατηρούμε ότι είναι απαραίτητη η δήλωση της διεύθυνσης που φιλοξενείται η εφαρμογή μας (URL) και η διεύθυνση που θα ανακατευθύνει τον χρήστη η υπηρεσία αφού έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία η πιστοποίηση του χρήστη.

4.2.2.2.1 Πρωτόκολλο OAuth 2.0

Το OAuth 2.0 δημιουργήθηκε ως ένα ανοιχτό πρότυπο με στόχο την πρόσβαση των εφαρμογών στους πόρους του διακομιστή εκ μέρους των κατόχων των πόρων. Επίσης παρέχει την διαδικασία εξουσιοδότησης έτσι ώστε ο τελικός χρήστης να μην εισάγει ευαίσθητα δεδομένα, όπως το όνομα χρήστη και τον κωδικό χρήστη, αλλά τελικός να παρέχεται πρόσβαση στην εφαρμογή. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ροή εξουσιοδότησης (authorization flow). Στην Εικόνα 18 παρουσιάζεται σχηματικά η διαδικασία.



Εικόνα 18. Λειτουργία OAuth 2.0

Στο διαδικασία περιέχονται τρεις ρόλοι :

- Εφαρμογή
- Υπηρεσία
- Τελικός Χρήστης

Τα βήματα της διαδικασία περιγράφονται παρακάτω :

1. Η εφαρμογή ανοίγει το πρόγραμμα διαδικτυακής περιήγησης του χρήστη και τον ανακατευθύνει σε μια σελίδα της υπηρεσίας. Οι πληροφορίες που χρειάζονται ως παράμετροι στο βήμα αυτό είναι οι εξής: κλειδί καταναλωτή, σελίδα ανακατεύθυνσης όταν γίνει η είσοδος στην υπηρεσία, τύπος απάντησης που πρέπει να τεθεί στην τιμή ‘code’, εμβέλεια που αντιπροσωπεύει τα δικαιώματα της εφαρμογής στα δεδομένα του χρήστη.
2. Ο χρήστης εισάγει τα προσωπικά του στοιχεία στην ιστοσελίδα της υπηρεσίας
3. Η υπηρεσία ανακατευθύνει τον χρήστη στην σελίδα που είχε οριστεί στην σελίδα ανακατεύθυνσης στην αποστολή του πρώτου πακέτου, που περιέχει τον κωδικό εξουσιοδότησης
4. Η εφαρμογή στέλνει τον κωδικό και τον ανταλλάσσει για το κλειδί OAuth παρέχοντας τις απαραίτητες πληροφορίες, όπως είναι ο κωδικός και το κλειδί καταναλωτή, ο κωδικός εξουσιοδότησης και ο τύπος του κωδικού(grant type) με την τιμή ‘authorization code’
5. Αν τα στοιχεία είναι έγκυρα η υπηρεσία θα απαντήσει με το κλειδί OAuth
6. Η εφαρμογή αποθηκεύει το κλειδί για μελλοντική χρήση

4.2.2.3 Εικονική Μηχανή του Orion Context Broker GE και παραμετροποίηση

Η υποδομή Intellicloud μας παρέχει εγκατεστημένη σε μορφή ανενεργού στιγμιότυπου (snapshot) την υπηρεσία Context Broker GE προκειμένου να την χρησιμοποιήσουμε μετατρέποντάς την σε εικόνα (image) και δίνοντάς της μια εξωτερική διεύθυνση (floating

IP). Ολοκληρώνοντας όλα τα παραπάνω η υπηρεσία ήταν ενεργή και έτοιμη να δεχτεί τις κλήσεις από την λογική της εφαρμογής.

Αρχικά, δημιουργήσαμε μια οντότητα. Οντότητα όπως έχουμε αναφέρει είναι ένα πληροφοριακό σχήμα σε μορφή JSON το οποίο διατηρεί πληροφορία. Στο σύστημά μας, η πληροφορία η οποία διατηρεί και ανανεώνεται είναι οι τιμές των καρπών, αστραγάλων και των ώμων. Αναλυτικότερα, για την δημιουργία της οντότητας εκτελέσαμε την κλήση 147.27.50.147:1026/NGSI10/updateContext, όπου 147.27.50.147:1026 είναι η εξωτερική διεύθυνση της εικόνας που βρίσκεται η υπηρεσία, NGSI10 είναι το πρωτόκολλο επικοινωνίας και updateContext είναι η ενέργεια που θα πραγματοποιηθεί. Οι επικεφαλίδες της κλήσεις είναι “Content Type : application/json” και “Accept : application/json”. Στη συνέχεια, ο αισθητήρας αποστέλλει δεδομένα εκτελώντας την ίδια κλήση ανανεώνοντας την οντότητα με νέες τιμές.

4.2.2.3 Εικονική μηχανή JSON Storage GE και παραμετροποίηση

Η υπηρεσία JSON Storage GE παρέχεται από την υποδομή Νέφους Intellicloud σε μορφή ανενεργούς εικόνας (snapshot) όπως και ο Orion Context Broker. Η υπηρεσία είναι έτοιμη προς χρήση δημιουργώντας μια εικόνα (image) και δίνοντάς της μια εξωτερική διεύθυνση (floating IP 147.27.50.33:3000).

Όπως έχουμε αναφέρει ο JSON Storage, δίνει την δυνατότητα δημιουργίας χρηστών οι οποίοι μπορούν να διατηρούν τις δικές τους βάσεις δεδομένων, συλλογές και εγγραφές. Για τον λόγο αυτόν, αρχικά, δημιουργήσαμε έναν χρήστη εκτελώντας κλήση API με τη μέθοδο POST στη διεύθυνση 147.27.50.33:3000/users λαμβάνοντας ως απάντηση το αναγνωριστικό για την πρόσβαση στις λειτουργίες της υπηρεσίας. Στη συνέχεια, δημιουργήσαμε μια βάση δεδομένων με το όνομα “kinect” κάνοντας κλήση POST στην υπηρεσία. Τέλος, για την αποθήκευση των εγγραφών αναπτύξαμε δυο συλλογές, με όνομα “info” και “test”. Στην συλλογή “info” τοποθετούνται οι πληροφορίες των χρηστών που χρησιμοποιούν την εφαρμογή, όπως τα ,αναγνωριστικό συνδρομής, όνομα ασθενούς, δωμάτιο νοσηλείας του και κωδικό Kinect. Η συλλογή “test” περιέχει το ιστορικό των

ασθενών, δηλαδή οι κινήσεις τους και το χρονικό διάστημα που πραγματοποιήθηκαν. Σε κάθε κλήση προς την υπηρεσία χρησιμοποιήσαμε ως επικεφαλίδες (Header) “Content-type : application/json” και “Authorization : Basic {base64(username:password)}” που είναι μια κωδικοποίηση για την ταυτοποίηση των στοιχείων του χρήστη. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι κλήσεις που έγιναν και τα αποτελέσματα.

| Μέθοδος | Διεύθυνση | Αποτέλεσμα |
|---------|---|--------------------------------------|
| POST | 147.27.50.33:3000/users | Δημιουργία χρήστη με όνομα “stelios” |
| POST | 147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/Kinect | Δημιουργία βάσης με όνομα “kinect” |
| POST | 147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/kinect/collections/info | Δημιουργία εγγραφής με όνομα “info” |
| POST | 147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/kinect/collections/test | Δημιουργία εγγραφής με όνομα “test” |

Πίνακας 4. Κλήσεις JSON Storage GE

Οι δυο βασικοί πάροχοι των υπηρεσιών που χρησιμοποιήσαμε για την ανάπτυξη το συστήματος είναι το η υποδομή Νέφους Fiware και το Intellicloud. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται συνοπτικά οι υπηρεσίες και οι πάροχοι μας τις πρόσφεραν την κάθε μια από αυτές.

| Υπηρεσίες | Πάροχοι |
|--|--------------|
| KeyRock Identity Management GE | Fiware |
| Orion Publish/Subscribe Context Broker | Intellicloud |
| JSON storage GE | Intellicloud |

Πίνακας 5. Υπηρεσίες και Πάροχοι

4.2.2.4 Υλοποίηση Λογικής Συστήματος (Application Logic)

Όπως έχουμε αναφέρει, το τμήμα της λογικής του συστήματος κινεί τα νήματα της εφαρμογής μας. Μέχρι τώρα έχει γίνει μια γενική περιγραφή των λειτουργιών και ο ρόλος της στο σύστημά μας. Σε αυτό το σημείο θα παρουσιάσουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τους μηχανισμούς εμβαθύνοντας στις κλήσεις ανάμεσα στις υπηρεσίες και στους κανόνες που περιλαμβάνονται στη λογική του συστήματος.

Η λογική του συστήματος υλοποιήθηκε σε γλώσσα PHP και με τη χρήση της βιβλιοθήκης Curl έτσι ώστε να εκτελούνται οι κλήσεις API. Η κλήσεις αυτές πραγματοποιούνται με τέσσερες βασικές μεθόδους, POST , GET , PUT, DELETE όπως ορίζει το πρωτόκολλο επικοινωνίας HTTP.

Στο τμήμα αυτό περιλαμβάνονται έξι βασικοί μηχανισμοί ώστε το σύστημα μας να είναι λειτουργικό. Οι μηχανισμοί αυτοί παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω.

- **Μηχανισμός Ταυτοποίησης**

Οι χρήστες που έχουν πρόσβαση στο σύστημα, ελέγχονται από τον μηχανισμό ταυτοποίησης μέσω της υπηρεσίας IDM. Όπως δείξαμε στην ενότητα 4.2.3 δλώνοντας την εφαρμογή μας αποκτάμε κάποια διαπιστευτήρια που μας είναι απαραίτητα για τις κλήσεις API. Οι κλήσεις αυτές αρχίζουν να εκτελούνται από τη στιγμή που ο χρήστης επιχειρήσει να εισέρθει στο σύστημα μας από τη λογική του συστήματος χωρίς να είναι αντιληπτές στον χρήστη. Αναλυτικότερα, με τη μέθοδο κλήσης GET στη διεύθυνση <http://account.lab.fi-ware.org/aouth2/authorize> και με παραμέτρους το αναγνωριστικό που λάβαμε κατά την δήλωση της εφαρμογής, “client_id=1” και τη διεύθυνση που μας ανακατευθύνει η υπηρεσία κατά την επιτυχή πρόσβαση στην εφαρμογή, “redirect_uri=http://147.27.50.55/IDM/login.php” λαμβάνουμε από τον IDM τον κωδικό εξουσιοδότησης (access code) το οποίο είναι απαραίτητο για την απόκτηση του κλειδιού. Στη συνέχεια, για να αποκομίσουμε το κλειδί (access token) πραγματοποιούμε κλήση με τη μέθοδο POST στην διεύθυνση <http://account.lab.fi-ware.org/aouth2/token> με παράμετρο τον κωδικό που μας δόθηκε στην τελευταία κλήση “code=Sp1xl0BeZQQYbYS6WxSbIA”. Ο χρήστης αποκτώντας το κλειδί αποκτά αυτόματα πρόσβαση στην εφαρμογή μας. Στον Πίνακα 5 συνοψίζονται οι κλήσεις στην υπηρεσία.

| Μέθοδος | Διεύθυνση | Αποτέλεσμα |
|---------|--|--|
| GET | http://account.lab.fi-ware.org//aouth2/authorize | Αποκόμιση κωδικού εξουσιοδότησης (access code) |
| POST | http://account.lab.fi-ware.org//aouth2/token | Αποκόμιση κλειδιού (access token) |

Πίνακας 6. Κλήσεις IDM

- **Μηχανισμός διαχείρισης αισθητήρων από το «διαχειριστή»**

Ο διαχειριστής έχει το δικαίωμα να καταχωρεί στο σύστημα νέους αισθητήρες και τα στοιχεία των ασθενών μέσω του κατάλληλου γραφικού περιβάλλοντος. Η λογική του συστήματος είναι υπεύθυνη για τις κλήσεις στην υπηρεσία JSON Storage GE ώστε να αποθηκεύονται οι πληροφορίες που καταγράφει ο «διαχειριστής». Ειδικότερα, αφού έχει δημιουργηθεί η κατάλληλη βάση δεδομένων και η συλλογή “info” όπως αναφέραμε στην ενότητα 4.2.2.3 μπορούμε να εκτελέσουμε τις κλήσεις API. Οι κλήσεις αυτές πραγματοποιούνται με την μέθοδο POST στη διεύθυνση “147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/Kinect/collections/info/records” στέλνοντας στην υπηρεσία, σε μορφή JSON string, πληροφορία που περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά του ασθενούς και του αισθητήρα Kinect.

Ο «διαχειριστής», επιπλέον, έχει το δικαίωμα να διαγράφει αισθητήρες και ασθενείς από το σύστημα. Για να επιτευχθεί αυτό, εκτελείται η κλήση DELETE στη διεύθυνση “147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/Kinect/collection/info/records/{_id}”, όπου “_id” το αναγνωριστικό της κάθε εγγραφής στη βάση. Ο πίνακας 6 παρουσιάζει τις κλήσεις που εκτελούνται.

| Μέθοδος | Διεύθυνση | Αποτέλεσμα |
|---------------|--|-------------------|
| POST | 147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/ Kinect/collections/info/records | Εισαγωγή εγγραφών |
| DELETE | 147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/ Kinect/collection/info/records/{_id} | Διαγραφή εγγραφών |

Πίνακας 7. Κλήσεις JSON Storage GE

- **Μηχανισμός συνδρομών**

Οι χρήστες του συστήματος, όπως έχουμε αναλύσει και σε προηγούμενα κεφάλαια, έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης χώρων ή δωματίων που νοσηλεύονται ασθενείς μέσω συνδρομών που παρέχει η υπηρεσία Context Broker GE.

Αυτή η λειτουργία απαιτεί ένα πλήθος από κλήσεις API. Αναλυτικότερα, επιλέγοντας ο χρήστης την παρακολούθηση κάποιου ασθενή εκτελείται με τη μέθοδο POST μια κλήση στη διεύθυνση “147.27.50.147:1026/NGSI10/subscribeContext αποστέλλοντας ένα σχήμα JSON το οποίο περιέχει πληροφορίες για το ποια οντότητα και ποιά χαρακτηρίστηκα έχει πραγματοποιηθεί η συνδρομή. Η υπηρεσία απαντάει επίσης με σχήμα σε μορφή JSON, προσφέροντας ανά δύο δευτερόλεπτα τις τιμές των χαρακτηριστικών. Η απάντηση στέλνεται σε αρχείο που βρίσκεται στη λογική του συστήματος ώστε να γίνει η αποκωδικοποίηση των τιμών αυτών και μέσω ενός μηχανισμού εμφάνισης αποτελεσμάτων (αναλύεται παρακάτω) ο χρήστης να παρακολουθεί τα γεγονότα.

Τέλος, στην περίπτωση που ο χρήστης αιτηθεί της διαγραφής κάποιας συνδρομής εκτελείται η κλήση με τη μέθοδο POST στη διεύθυνση “147.27.50.147:1026/NGSI10/unsubscribeContext” δίνοντας σε μορφή JSON τον κωδικό συνδρομής (subscribe ID) ώστε να πραγματοποιηθεί η διαγραφή.

| Μέθοδος | Διεύθυνση | Αποτέλεσμα |
|---------|--|--------------------|
| POST | 147.27.50.147:1026/NGSI10/subscribeContext | Αίτηση συνδρομής |
| POST | 147.27.50.147:1026/NGSI10/unsubscribeContext | Διαγραφή συνδρομής |

Πίνακας 8. Κλήσεις συνδρομών

- **Μηχανισμός Εμφάνισης Αποτελεσμάτων**

Όπως αναφέραμε παραπάνω , αφού λάβουμε την απάντηση από την κλήση για την αίτηση συνδρομής οι τιμές πρέπει να αποκωδικοποιούνται. Η λογική συστήματος είναι υπεύθυνη να καθορίσει κανόνες και όρια έτσι ώστε οι τιμές να μεταφραστούν σε γεγονότα, δηλαδή κινήσεις ασθενών. Πιο συγκεκριμένα, η λογική συστήματος περιέχει όρια με τα οποία συγκρίνονται οι τιμές του ώμου, του αστραγάλου και του καρπού ώστε να ερμηνευτούν οι κινήσεις. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που η θέση του ποδιού, η οποία παρουσιάζεται από τη θέση του αστραγάλου, ξεπεράσει το όριο που έχουμε θέσει ,στον τελικό χρήστη εμφανίζεται το ποσοστό επιτυχίας της άσκησης. Αντίστοιχα, αν η θέση του καρπού είναι κάτω από το όριο που έχει οριστεί, ο χρήστης ενημερώνεται ότι η νοσηλεία εξελίσσεται κανονικά.

- **Μηχανισμός Καταγραφής Ιστορικού**

Στο τμήμα που πραγματοποιείται η αποκωδικοποίηση των τιμών , περιέχεται και ο μηχανισμός για την καταγραφή του ιστορικού του κάθε ασθενή. Όπως αναφέραμε η απάντηση του Context Broker GE με κάθε αίτηση συνδρομής περιέχει πληροφορία , Σε αυτή περιλαμβάνεται και το όνομα του ασθενούς που παρακολουθείται. Έτσι καταγράφονται τα γεγονότα τα οποία και αποθηκεύονται μαζί με το όνομα ασθενή στην υπηρεσία JSON Storage GE με την μέθοδο κλήσης POST

στη

διεύθυνση

147.27.50.33:3000/users/stelios/dbs/Kinect/collections/test/records.

- **Μηχανισμός Αποσύνδεσής από το Σύστημα**

Η υπηρεσία IDM δεν περιλαμβάνει στο API της την δυνατότητα να αποσυνδεθεί ο χρήστης από την εφαρμογή μας. Για αυτό το σκοπό αναπτύξαμε έναν μηχανισμό που μπορεί ο χρήστη να αποσυνδεθεί με το πάτημα του κουμπιού “Log Out”. Η λογική συστήματος είναι υπεύθυνη να ανακατευθύνει τον χρήστη στο περιβάλλον της πλατφόρμας FI-WARE ώστε αν αποσυνδεθεί από το K.P.P.

Κεφάλαιο 5

Χρήση εφαρμογής

5.1 Σενάρια Χρήσης Εργασίας (Use cases)

Το σύστημα μας αναπτύχθηκε με σκοπό να λύσει καθημερινά προβλήματα στον χώρο της υγείας και να κάνει το έργο των γιατρών πιο εύκολο, δίνοντας τους τη δυνατότητα να παρακολουθούν ασθενείς από μακριά. Η εφαρμογή απευθύνεται σε νοσοκομειακά και φυσιοθεραπευτικά κέντρα. Τα σενάρια, με βάση τα οποία υλοποιήθηκε το σύστημα, είναι δύο, όπως έχουμε αναφέρει. Η πρώτη περίπτωση χρήσης είναι η παρακολούθηση ασθενών που νοσηλεύονται σε νοσοκομείο και η δεύτερη χρήση περιλαμβάνει την παρακολούθηση της αποκατάστασης τραύματος στο γόνατο από μακριά. Μέχρι αυτό το σημείο στην εργασία έχουμε αναφερθεί στα δυο σενάρια χωρίς να αναλύσουμε λεπτομερέστερα τις λειτουργίες τους. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στα σενάρια αλλά και στον τρόπο που αυτά υλοποιήθηκαν.

5.1.1 Σενάριο 1

Το πρώτο σενάριο χρήσης που θα αναλύσουμε είναι η εφαρμογή του συστήματος K.P.P. σε νοσοκομειακό κέντρο. Αρχικά, ένα μέλος από το νοσηλευτικό προσωπικό αποκτά δικαιώματα «διαχειριστή» ώστε να τοποθετεί αισθητήρες Kinect στα δωμάτια και συγκεκριμένα στα κρεβάτια των ασθενών, εισάγοντας τα στοιχεία του (π.χ. όνομα), το δωμάτιο νοσηλείας του και τον κωδικό του αισθητήρα που τον παρακολουθεί. Με αυτόν τον τρόπο οι γιατροί και το νοσηλευτικό προσωπικό έχουν στη διάθεση τους τη λίστα των ασθενών που νοσηλεύονται εκείνη τη στιγμή στο νοσοκομείο και έχουν τη δυνατότητα να πα-

ρακολουθούν την πορεία τους. Ειδικότερα, παρέχεται συνεχής ενημέρωση για το αν ο ασθενής βρίσκεται στο κρεβάτι του και το αν χρειάζεται κάποια βοήθεια.

Σε πολλά νοσοκομεία σήμερα υπάρχει έλλειψη προσωπικού με αποτέλεσμα να μην μπορούν να ανταπεξέλθουν στις ανάγκες του μεγάλου αριθμού ασθενών. Με την εφαρμογή K.P.P. δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθούνται πολλοί ασθενείς από μικρό αριθμό νοσηλευτών και γιατρών. Ακόμα, το σύστημα διευκολύνει και τους ασθενείς καθώς βελτιώνει την ποιότητα νοσηλείας τους και νιώθουν πιο ασφαλείς.

5.1.1.1 Υλοποίηση Σεναρίου 1ου

Σε αυτή την ενότητα αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο υλοποιήθηκε η εφαρμογή με βάση το Σενάριο 1. Δηλαδή την εγκατάσταση του αισθητήρα και ποια σημεία του σώματος παράγουν το τελικό γεγονός μετά την καταγραφή.

Όπως έχουμε αναφέρει το Kinect έχει τη δυνατότητα της καταγραφής σκελετού (skeleton tracking) αναγνωρίζοντας 20 αρθρώσεις στο ανθρώπινο σώμα, κάτι το οποίο εκμεταλλευτήκαμε στο σύστημα μας. Αρχικά, ο αισθητήρας καταγράφει με μεγαλύτερη ακρίβεια όταν βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη τους ενός μέτρου από τον ασθενή και μικρότερη των δυο μέτρων. Έτσι καταλήξαμε πως η κατάλληλη θέση του αισθητήρα είναι στο κρεβάτι του ασθενή και απέναντι του (Εικόνα 19). Οι τιμές που επεξεργαζόμαστε για την περίπτωση που ο ασθενής επιχειρήσει να σηκωθεί από το κρεβάτι του είναι η θέση του αριστερού και δεξιού ώμου. Οι δυο αυτές τιμές είναι απαραίτητες για την πρόβλεψη προσπάθειας να σηκωθεί ο ασθενής είτε από τη δεξιά είτε από την αριστερή μεριά του κρεβατιού. Έχοντας τις τιμές αυτές πραγματοποιείται σύγκριση της θέσης των ώμων με το άνω όριο που έχουμε ορίσει. Σε περίπτωση που το όριο ξεπεραστεί η εφαρμογή ενημερώνει τον χρήστη ώστε να παρέμβει άμεσα. Στη δεύτερη περίπτωση, την οποία ο ασθενής ζητάει βοήθεια, οι τιμές που ήταν απαραίτητες είναι η θέση του καρπού του. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται η σύγκριση με το όριο και μόλις αυτό ξεπεραστεί, εμφανίζεται η ειδοποίηση για βοήθεια.



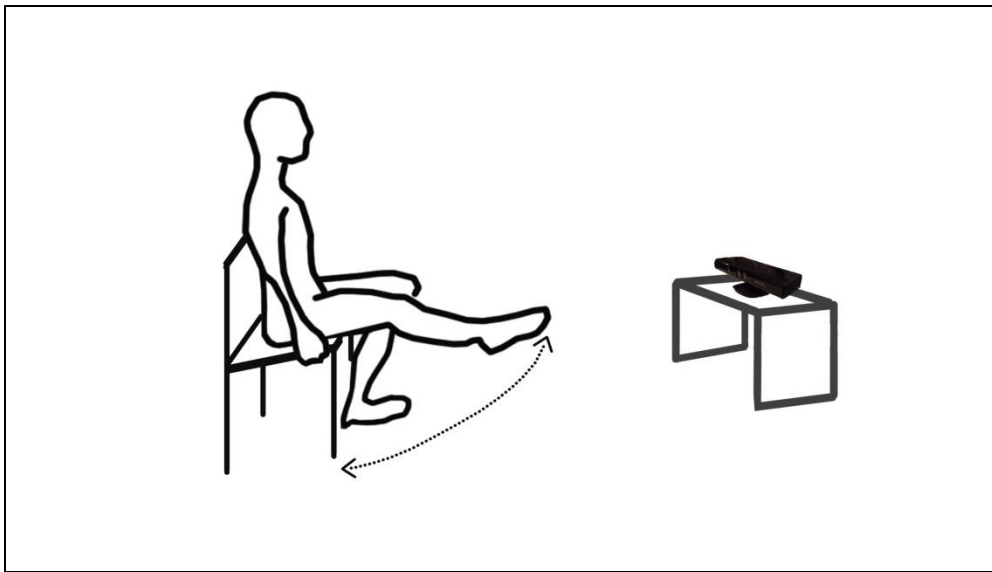
Εικόνα 19. Αισθητήρας και Ασθενής

5.1.2 Σενάριο 2

Το δεύτερο Σενάριο χρήσης εφαρμόζεται σε κέντρα αποκατάστασης τραυματισμών στο γόνατο, όπως φυσιοθεραπευτικά κέντρα. Σε αυτή την περίπτωση, όπως και στη πρώτη ο διαχειριστής του συστήματος είναι υπεύθυνος να προμηθεύσει τον ασθενή με τον αισθητήρα και να τον καταχωρίσει στο σύστημα. Ο ασθενής-τραυματίας με την χρήση του αισθητήρα μπορεί να εκτελεί συγκεκριμένη άσκηση της κίνησης της ποδοκνιμικής χωρίς να βρίσκεται σε κάποιο από τα κέντρα που αναφέραμε, αλλά στο σπίτι του. Ο γιατρός έχοντας δώσει τις κατάλληλες οδηγίες στον ασθενή του, για την άσκηση που πρέπει να εκτελεί, μπορεί να παρακολουθεί την πορεία αποκατάστασης του τραύματος από μακριά. Με την δυνατότητα καταγραφής ιστορικού των κινήσεων και το χρονικό διάστημα που πραγματοποιήθηκαν δίνεται ακόμα η δυνατότητα σύγκρισής τιμών. Το σύστημα ανταποκρίνεται άριστα στο σενάριο αυτό , καθώς διευκολύνει τους ασθενείς, μειώνοντας τις μετακινήσεις τους και δίνει τη δυνατότητα στους γιατρούς να παρακολουθούν μεγαλύτερο αριθμό τραυματιών.

5.1.2.1 Υλοποίηση Σεναρίου 2ου

Όπως και στη υλοποίηση του Σεναρίου 1, έτσι και σε αυτήν, εκμεταλλευτήκαμε τη δυνατότητα καταγραφής σκελετού (skeleton tracking) για την αναγνώριση της κίνησης. Αναλυτικότερα, ο αισθητήρας κατά διάρκεια της άσκησης είναι απαραίτητο να βρίσκεται απέναντι από τον ασθενή, σε απόσταση άνω του ενός μέτρου και σε ύψος δύο μέτρα, έτσι ώστε να λαμβάνουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα (Εικόνα 20). Οι τιμές που χρησιμοποιήσαμε ήταν η θέση του αστραγάλου του τραυματία. Αρχικά, η θέση του ποδιού απαιτείται να βρίσκεται στο έδαφος έτσι ώστε να αρχικοποιηθεί το σύστημα. Στη συνέχεια με την έναρξη της άσκησης γίνεται έλεγχος της θέσης που βρίσκεται ο αστράγαλος που μεταφράζεται στο ύψος που βρίσκεται στο πόδι. Σύμφωνα με τη θέση αυτή, ενημερώνεται ο χρήστης για το ποσοστό στο οποίο ο ασθενής κατάφερε να κινήσει το τραυματισμένο πόδι. Για παράδειγμα, σε περίπτωση μικρής βελτίωσης του τραύματος το ποσοστό επιτυχίας βρίσκεται στο 40%.



Εικόνα 20. Κίνηση Άσκησης Ασθενούς

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα και μελλοντική δουλειά

6.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε η υλοποίηση της εφαρμογής K.P.P. σε τεχνολογία υπολογιστικού Νέφους. Ακόμα αναλύθηκε η αρχιτεκτονική του συστήματος (SOA) και οι λειτουργίες των υπηρεσιών γενικού σκοπού (GEs) που χρησιμοποιήθηκαν.

Σημαντικό κομμάτι του συστήματός αποδείχθηκε η χρήση των υπηρεσιών γενικού σκοπού. Με την εισαγωγή αυτών στην υλοποίηση της εφαρμογής μας καταφέραμε να την κάνουμε πλήρως λειτουργική και να πληροί τις προδιαγραφές που αρχικά είχαμε θέσει. Ακόμα, ο φόρτος εργασίας μειώθηκε, καθώς η πολυπλοκότητα του συστήματος απαλείφτηκε και ο κώδικας που ήταν απαραίτητος να αναπτύξουμε ήταν σημαντικά λιγότερος. Πέρα από τις υπηρεσίες κομβικό σημείο κατά την διάρκεια της υλοποίησης ήταν η παροχή υπολογιστικών πόρων και εργαλείων μέσω εικονικών μηχανών, από την υποδομή Νέφους Intellicloud. Μέσω της υποδομής αυτής, η υλοποίηση της εργασίας έγινε πιο ευέλικτη καθώς μας έδωσε τη δυνατότητα να ολοκληρώσουμε την εφαρμογή μας και να την εγκαταστήσουμε στο Νέφος, πειραματιζόμενοι χωρίς να φορτώνουμε τις τοπικές μας υποδομές και αναπτύσσοντας το σύστημα από όπου και αν βρισκόμασταν.

Σε μια γενική μελέτη που πραγματοποιήθηκε για το Υπολογιστικό Νέφος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας εξάγαμε κάποια σημαντικά συμπεράσματα. Αναλυτικότερα παρουσιάστηκαν πλεονεκτήματα και κίνδυνοι με την απόφαση να υιοθετήσει κάποιος το Νέφος σαν τεχνολογία. Το υπολογιστικό Νέφος είναι η εξέλιξη των σημερινών δικτύων και υπόσχεται πολύ σημαντικές αλλαγές, που θα μας λύσουν τα χέρια. Κάποιοι ακόμα και σήμερα δεν το εμπιστεύονται, όμως στην πραγματικότητα δεν είναι χειρότερο από την μέχρι τώρα διαδικτυακή τεχνολογία. Η μόνη ουσιαστική διαφορά είναι ότι θα προσφέρει νέες προκλήσεις και προβλήματα που θα πρέπει να λυθούν.

Όσο η τεχνολογία Νέφους εξελίσσεται, όλο και περισσότερες εφαρμογές θα υλοποιούνται, καθώς προσφέρει τον κατάλληλο χώρο και τα κατάλληλα εργαλεία για την υλοποίηση έξυπνων συστημάτων.

Σημαντικά ήταν τα προβλήματα και οι δυσκολίες τις οποίες κληθήκαμε να ξεπεράσουμε κατά την υλοποίηση του συστήματος. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά.

- Η παραμετροποίηση του Context Broker GE δεν μας έδωσε τη δυνατότητα δυναμικής δημιουργίας οντοτήτων ώστε υποστηρίζει το σύστημα προσθαφαίρεση αισθητήρων στο επίπεδο διεπαφής χρήστη.
- Ο Context Broker προς το παρόν δεν υποστηρίζει την διαγραφή κάποιας οντότητας ή κάποιου χαρακτηριστικού της. Αυτό καθυστέρησε την υλοποίηση καθώς κατά την διάρκεια σφάλματος ήταν απαραίτητη η δημιουργία ολόκληρης οντότητας ξανά.
- Η υπηρεσία IDM δεν μας παρέχει ένα ολοκληρωμένο μηχανισμό διαχείρισης χρηστών καθώς προσφέρει τη δυνατότητα αποσύνδεσης από το σύστημα. Το πρόβλημα αυτό ξεπρήστηκε με την δημιουργία δικού μας μηχανισμού.
- Ο αισθητήρας Kinect δεν μας παρείχε τα δεδομένα του με μεγάλη ακρίβεια έτσι ήταν απαραίτητες η πολλές δοκιμές ώστε να εκπαιδύσουμε το σύστημα μας. Το γεγονός αυτό, οφείλεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στο ότι δεν χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας Kinect Microsoft αλλά ο Kinect Xbox One που προορίζεται για την παιχνιδομηχανή Xbox.

6.2 Μελλοντική Επεκτάσεις

Το σύστημα K.P.P. έχει τη δυνατότητα με τη κατάλληλη μελλοντική επέκταση να γίνει ακόμα πιο λειτουργικό και να εξυπηρετήσει τις καθημερινές ανάγκες των ανθρώπων. Σαν μελλοντική εξέλιξη προτείνεται:

- Η επίλυση των παραπάνω προβλημάτων, έτσι ώστε να υπάρχει δυναμική προσθαφαίρεση αισθητήρων στο σύστημα.
- Εισαγωγή νέων αισθητήρων που καταγράφουν καρδιακούς παλμούς, πυρετό και πίεση, ώστε να υλοποιηθεί ένα πλήρες σύστημα παρακολούθησης ασθενών.

- Εφαρμογή του συστήματος σε χώρους όπου στεγάζονται ηλικιωμένοι, όπως οίκοι ευγηρίας.
- Χρησιμοποίηση του αισθητήρα Kinect Microsoft, έτσι ώστε με την χρήση ενός αισθητήρα να παρακολουθείται μεγαλύτερος αριθμός ασθενών.
- Αναγνώριση νέων ασκήσεων για την παρακολούθηση περισσότερων τραυματισμών.
- Ενημέρωση των χρηστών μέσω ειδοποιήσεων για τυχόν κινήσεις του ασθενούς που έχουν απαγορευτεί από το νοσηλευτικό προσωπικό.

Βιβλιογραφία

1. Baca, Steve. Cloud Computing: What It Is and It Can Do for You. Global Knowledge: Expert Reference Series of White Papers. 2010
2. Klems, Markus, Nimis, Jens και Tai, Stefan. Do Clouds Compute? A Framework for Estimating the Value of Cloud. Karlsruhe, Germany : Forschungszentrum Informatik (FZI), 2009.
3. Cloud – Iaas, Paas, Saas diagrams. *CiscoSchool*. [Ηλεκτρονικό] 2010.
<http://ciscoschool.net/2010/03/25/cloud-iaas-paas-saas-diagrams/>
4. Granneman, Joseph. Data protection and access in the cloud: Out of site and out of mind. s.l. : SearchCompliance.com, Searchsecurity.com, ISACA, 2010
5. Cloud Computing by Anthony T.Velte, Toby J.Velte, Robert P. Elsenpeter
6. Cloud Computing an Overview by Srinivasa Rao,Nageswara Rao
7. NIST Working Definition of Cloud Computing by Peter Mell, Tim Grance
8. Cloud Computing-The New Frontier of Interest Computing by George Pallis
9. A Privacy Manager for Cloud Computing
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-10665-1_9#page-1
10. Security and Privacy Challenges in Cloud Computing Environments by Hassan Takabi, James B. D. Joshi
11. Viewpoint Cloud Computing Privacy Concerns on Our Doorstep by Mark D.Ryan
<https://www.cs.bham.ac.uk/~mdr/research/papers/pdf/11-cacm.pdf>
12. Identity-Based Authentication for Cloud Computing by Hongwei Li, Yuanshun Dai
13. Next Generation SOA by T. Erl, C. Gee
http://servicetechbooks.com/pdf/ng_sample_chapter_1.pdf
14. A Review of Cloud Computing Technology Solution for Healthcare System
<http://maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2150-2153.pdf>
15. Kinect-Based 3D Color Reconstruction by Lio Yao
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-11104-9_61#page-1

16. An Interactive Oral Training Platform Based on Kinect for EFL Learning
<http://www.scientific.net/AMM.704.419>
17. Microsoft Kinect Sensor and Its Effect by Zhengyou Zhang
18. Beginner's Guide to Kinect Programming by Doug Bergman
<http://www.kinecteducation.com/blog/tag/kinect-programming/>
19. REST API http://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer
20. Learn REST API : A Tutorial <http://rest.elkstein.org/>
21. HTML and CSS by Duckett Jon
22. W3Schools <http://www.w3schools.com/html/>
23. PHP <http://php.net/>
24. Modern PHP : New Features and Good Practices by Josh Lockhart