



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ &
ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

Σύστημα διαχείρισης VoIP κλήσεων σε διάταξη υψηλής διαθεσιμότητας

Διπλωματική Εργασία

Γκρόζος Λάζαρος



Αθήνα, 2022



HAROKOPIO UNIVERSITY

SCHOOL OF DIGITAL TECHNOLOGY

DEPARTMENT OF INFORMATICS AND TELEMATICS

POSTGRADUATE PROGRAMME INFORMATICS AND TELEMATICS

COURSE ADMINISTRATION OF COMMUNICATIONS NETWORKS
AND NEXT GENERATION SERVICES

High Availability Voip Management System

Master Thesis

Gkrozos Lazaros



Athens, 2022



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ &
ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ανάργυρος Τσαδήμας (Επιβλέπων)

Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεματικής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Θωμάς Καμαλάκης

**Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεματικής,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

Αλέξανδρος Δημόπουλος

Λέκτορας, Σχολή Ναυτικών Δοκίμων (ΣΝΔ)

Ο Γκρόζος Λάζαρος δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1)** Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2)** Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.
- 3)** Όπου υφίστανται δικαιώματα άλλων δημιουργών έχουν διασφαλιστεί όλες οι αναγκαίες άδειες χρήσης ενώ το αντίστοιχο υλικό είναι ευδιάκριτο στην υποβληθείσα εργασία.

**Στην σύζυγο μου Χριστίνα και τα τέκνα μου για την υπομονή τους
τις ώρες που με στερήθηκαν**

"Πράττε μεγάλα μη υπισχνούμενος μεγάλα"

Πυθαγόρας

"Πράττε μεγάλα χωρίς να υπόσχεσαι μεγάλα"

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Πληροφορική και Τηλεματική του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα, στους οποίους οφείλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου. Ιδιαίτερα επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέποντα την παρούσα διπλωματική εργασία, κο Τσαδήμα Ανάργυρο, για την επιστημονική και συμβουλευτική καθοδήγηση που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας με τις εύστοχες και πολύ εποικοδομητικές παρατηρήσεις του.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για τη συμπαράσταση και την υπομονή τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα Ελληνικά.....	9
Περίληψη στα Αγγλικά.....	10
Κατάλογος Εικόνων.....	11
Συντομογραφίες.....	13
Εισαγωγή.....	14
Κεφ.1: Από το τηλέφωνο στο VoIP.....	15
1.1: Το τηλέφωνο.....	15
1.2: Το VoIP.....	17
1.2.1 Τηλεφωνικοί Αριθμοί για χρήση VoIP.....	18
1.2.2 Χρήση συσκευών DECT.....	18
1.2.3 Τηλεφωνικά κέντρα VoIP.....	18
1.2.4 Άλλες Εφαρμογές VoIP.....	19
1.2.5. Η χρονική εξέλιξη του VoIP.....	19
Κεφ.2: Cloud Computing (Υπολογιστικό Νέφος).....	31
2.1: Τεχνολογίες του Cloud Computing.....	32
2.2: Χρονική Εξέλιξη.....	34
2.3: Φάσεις της εξέλιξης υπολογιστικού νέφους.....	35
2.4: Κατηγορίες Cloud Computing.....	35
2.5: Τάσεις του Cloud Computing.....	35
Κεφ.3: Docker & Asterisk.....	37
3.1: Βασικά στοιχεία του Docker	37
3.2: Υποκείμενη τεχνολογία	39
3.3: Image layers	41
3.4: Πλεονεκτήματα Docker.....	43
3.5: Εικονικές μηχανές – Containers.....	44
3.6: Εισαγωγή στο Asterisk	45
3.7: Περιγραφή του Asterisk	45
3.8: Εκδόσεις Asterisk	46
3.9: Hardware που χρησιμοποιείται στο Asterisk	46
3.10: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Asterisk	47
3.10.1: Πλεονεκτήματα.....	47
3.10.2: Μειονεκτήματα.....	48
3.11: Η Αρχιτεκτονική του Asterisk.....	49
3.11.1: Ο πυρήνας του Asterisk.....	49
Κεφ.4: Μελέτες Περίπτωσης (Case Studies).....	50

4.1: Σύνδεση με την Υπηρεσία Oceanos.....	50
4.2: Δημιουργία Εικονικής Μηχανής με Λ.Σ Linux.....	51
4.3: Απομακρυσμένη Σύνδεση με τις Εικονικές Μηχανές.....	57
4.4: Εγκατάσταση Docker σε περιβάλλον Ubuntu	58
4.5: High Availability Freepbx Server	59
4.6: Docker Stack σε Docker Swarm	61
4.7: Παραμετροποίηση Freepbx server	63
4.8: Εγκατάσταση και παραμετροποίηση Zoiper στους χρήστες...	67
4.9: Docker Swarm For High Availability.....	70
Κεφ.5: Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	71
5.1: Συμπεράσματα	71
5.2: Μελλοντικές επεκτάσεις.....	72
Βιβλιογραφία.....	73

Περίληψη στα Ελληνικά

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την εγκατάσταση και την παραμετροποίηση της πλατφόρμας Freepbx σε ένα cluster εικονικών μηχανών (VMs), έτσι ώστε να είναι δυνατή η παροχή λειτουργιών τηλεφωνικού κέντρου όπως η φωνητική κλήση, η βιντεοκλήση καθώς και η ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων. Παράλληλα δίνεται έμφαση στη διαχείριση των πόρων που απαιτούνται για την εγκατάσταση της συγκεκριμένης τεχνολογίας με τη χρήση του λογισμικού Docker αλλά και στην αδιάλειπτη και αξιόπιστη λειτουργία της μέσω των Υπηρεσιών σύννεφου (Cloud) που παρέχονται από το Εθνικό Δίκτυο Υποδομών Τεχνολογίας και Έρευνας (ΕΔΥΤΕ).

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική αναδρομή στα υπάρχοντα τηλεφωνικά κέντρα και στην πορεία εξέλιξης τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του όρου Cloud Computing καθώς και βασικών χαρακτηριστικών του όπως περιγραφή της αρχιτεκτονικής του, ανάλυση των υπηρεσιών που προσφέρει, τις εφαρμογές, τα προγράμματα και τις τεχνολογίες του.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του εργαλείου Docker και Asterisk. Το Docker (www.docker.com) παρέχει τη δυνατότητα φιλοξένιας εφαρμογών σε ένα container, το οποίο περιέχει όλες τις εξαρτήσεις (dependencies) και τις βιβλιοθήκες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία της εφαρμογής. Το Asterisk είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και μας επιτρέπει την υλοποίηση ιδιωτικών τηλεφωνικών κέντρων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο υλοποιούμε ένα Cloud based τηλεφωνικό κέντρο υψηλής διαθεσιμότητας (high availability) με πόρους της υπηρεσίας Okeanos.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας καθώς και τις μελλοντικές επεκτάσεις αυτής.

Λέξεις κλειδιά: Cloud, Linux, Asterisk, Freepbx, Docker

Abstract

The present dissertation aims to install and configure the Freepbx platform in a cluster of virtual machines (VMs), so that it can provide call center functions such as voice calling, video calling and instant messaging. At the same time, emphasis is placed on the management of resources required for the installation of this technology using Docker software but also on its uninterrupted and reliable operation through the Cloud Services provided by the National Network of Technology and Research Infrastructure (GRNET).

The first chapter provides a historical overview of the existing telephone exchanges and their course of development.

The second chapter analyzes the term Cloud Computing as well as its key features such as a description of its architecture, analysis of the services it offers, its applications, programs and technologies.

The third chapter analyzes Docker and Asterisk tools. Docker (www.docker.com) provides the ability to host applications in a container, which contains all the dependencies and libraries that are necessary for the operation of the application. Asterisk is an open source software, allows us to implement private call centers.

In the fourth chapter we implement a Cloud based high availability call center with resources from Okeanos services.

The fifth and last chapter presents the conclusions that emerged from the elaboration of this dissertation as well as its future extensions.

Keywords: Cloud, Linux, Asterisk, Freepbx, Docker

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ.1. Η επανάσταση του τηλεφώνου	σ.15
Εικ.2. Εργαστήριο Bell	σ.20
Εικ.3. Arpanet logical map	σ.21
Εικ.4. Μεταφορά ηχητικού πακέτου	σ.22
Εικ.5. CompuServe	σ.23
Εικ.6. Απόκριση συχνότητας	σ.24
Εικ.7. Teleport	σ.25
Εικ.8. FWD (Free World Dialup).....	σ.26
Εικ.9. VocalTel.....	σ.26
Εικ.10. Virtual PBX	σ.27
Εικ.11. Η πρώτη έκδοση Asterisk	σ.28
Εικ.12. Mobile έκδοση του voip	σ.29
Εικ.13. Ενοποιημένες επικοινωνίες	σ.30
Εικ.14. Εξέλιξη του υπολογιστικού νέφους	σ.31
Εικ.15. Αρχιτεκτονική του Docker.....	σ.37
Εικ.16. Τα container χρησιμοποιούν το kernel του Host OS	σ.38
Εικ.17. Ubuntu image layers.....	σ.41
Εικ.18. Πολλαπλά containers χρησιμοποιούν το ίδιο Image.....	σ.42
Εικ.19. Αρχική ιστοσελίδα της υπηρεσίας Okeanos	σ.50
Εικ.20. Αρχική σελίδα των Projects	σ.51
Εικ.21. Κεντρική κονσόλα της υπηρεσίας Knossos	σ.52
Εικ.22. Επιλογή Ubuntu Desktop image	σ.52
Εικ.23. Επιλογή και εκχώρηση πόρων	σ.53
Εικ.24. Εκχώρηση IP διευθύνσεων	σ.54
Εικ.25. Ονομασία μηχανής	σ.55
Εικ.26. Ανασκόπηση επιλογών	σ.55
Εικ.27. Εμφάνιση συνθηματικού	σ.56
Εικ.28. Δημιουργία εικονικής μηχανής	σ.56
Εικ.29. Επιλογές διαχείρισης μηχανής	σ.57
Εικ.30. Εφαρμογή putty για σύνδεση μέσω SSH	σ.57
Εικ.31. Έλεγχος κατάστασης Docker	σ.59
Εικ.32. Manager ip address	σ.60
Εικ.33. Δημιουργία worker	σ.60
Εικ.34. Ενταξη worker ως manager	σ.60
Εικ.35. Έλεγχος cluster	σ.61
Εικ.36. Έλεγχος service	σ.62
Εικ.37. Έλεγχος hosting εφαρμογής	σ.62
Εικ.38. Έλεγχος container	σ.63
Εικ.39. Δημιουργία χρήστη	σ.63
Εικ.40. Administration μενού	σ.64
Εικ.41. Asterisk Sip module	σ.65
Εικ.42. Chan SIP Settings	σ.66
Εικ.43. Δημιουργία χρήστη	σ.66
Εικ.44. Επεξεργασία χρηστών	σ.67
Εικ.45. Login	σ.68

Εικ.46. Επιτυχής έλεγχος sip account	σ.69
Εικ.47. Sip port configuration	σ.69
Εικ.48. Επιτυχής σύνδεση	σ.70
Εικ.49. Έλεγχος κατάστασης του swarm.....	σ.71

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

VoIP	Voice over Internet Protocol
ΦεδΠ	Φωνή επί διαδικτυακού πρωτοκόλλου
DTMF	Dual-tone multi-frequency
FWD	Free World Dialup
PBX	Private branch exchange
CRM	Customer Relationship Management
QoS	Quality of service
SaaS	Software as a Service
IaaS	Infrastructure-as-a-Service
LAN	Local Area Network

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Voice over Internet Protocol (VoIP) ή τηλεφωνία Διαδικτύου σημαίνει πως η φωνή μας μπορεί να μεταφέρεται μέσω ενός δικτύου σε αντίθεση με όλα όσα ίσχυαν στο παρελθόν. Η φωνή, που είναι ένα αναλογικό σήμα, μετατρέπεται σε ψηφιακά δεδομένα, τα οποία στη συνέχεια μεταδίδονται μέσω του δικτύου, για να μετατραπούν ξανά σε αναλογικό σήμα στο άλλο άκρο χρησιμοποιώντας μια λύση IP-PBX που είναι συνήθως ένας βασικός διακομιστής Linux. Αυτή η υπηρεσία μπορεί να αναπτύσσεται σε ένα δίκτυο με λιγότερους πόρους και έξοδα. Ο κύριος διακομιστής IP PBX ενσωματώνει και άλλες υπηρεσίες επικοινωνίας, όπως ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων με χρήση διακομιστή Openfire, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο με χρήση διακομιστή postfix και υπηρεσία FTP. Η συγκεκριμένη τεχνολογία μεταδίδει φωνητικά σήματα με τον ίδιο τρόπο που στέλνονται τα email, χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων του δικτύου για να σπάσει τις συνομιλίες μας σε ψηφιακά πακέτα που μπορούν να αποσταλούν σε δίκτυα «με μεταγωγή πακέτων» χαμηλού κόστους και πιο αποτελεσματικά. Αυτή η καινοτομία καθιστά δυνατές πολλές άλλες καινοτομίες, από την εξάλειψη της διάκρισης μεταξύ τοπικών και υπεραστικών κλήσεων, στην εύκολη διατήρηση πολλών τηλεφωνικών αριθμών σε έναν μόνο λογαριασμό, στην ταξινόμηση και αποθήκευση φωνητικών μηνυμάτων στον υπολογιστή μας, FTP μεταξύ χρηστών και ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων.

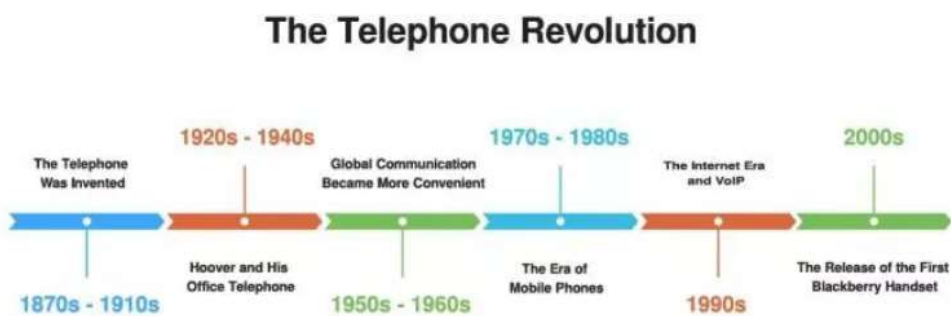
ΚΕΦ.1: Από το τηλέφωνο στο VoIP

1.1. Το τηλέφωνο

Το 1871, η εποχή των τηλεπικοινωνιών ξεκίνησε την ιστορία του τηλεφώνου με μεγάλο αντίκτυπο μέχρι τις μέρες μας. Θεωρείται μια από τις πιο εκπληκτικές τεχνολογικές αλλαγές όλων των εποχών.

Ξεκίνησε με ένα όνειρο που πολλοί προσπάθησαν να πετύχουν αλλά μόνο λίγοι τα κατάφεραν. Γρήγορα στο σήμερα, η επικοινωνία έχει γίνει απαραίτητη για τη διατήρηση των συνδέσεων σε όλο τον κόσμο. Οι άνθρωποι δεν χρειάζεται να είναι κοντά ο ένας στον άλλον για να συζητήσουν.

Σήμερα, η τεχνολογία των τηλεφώνων είναι θεμελιώδης στις επιχειρήσεις. Παίζει σημαντικό ρόλο σε κάθε επιχειρηματική συναλλαγή.



Εικόνα 1: Η επανάσταση του τηλεφώνου (Πηγή: <https://blog.ultatel.com/phone-history/>)

Δεκαετίες 1870 – 1910: Εφευρέθηκε το τηλέφωνο

Το 1876, ο Alexander Graham Bell εφηύρε το τηλέφωνο και έκανε το πρώτο τηλεφώνημα. Ένα χρόνο αργότερα, υπήρχαν 3000 ενεργοί χρήστες στο αρχείο. Στη συνέχεια, το 1881, ξεκίνησε η πρώτη υπεραστική τηλεφωνική υπηρεσία.

Τα τηλέφωνα έγιναν mainstream στις αρχές του 20ου αιώνα. Τοποθέτησαν το πρώτο τηλέφωνο που λειτουργούσε με κέρματα και ο πρώτος χειροκίνητος πίνακας διανομής έκανε το ντεμπούτο του το 1878. Οδήγησε στην πρώτη «επίσημη» δηλητηριώδη τηλεφωνική κλήση το 1915. Ο Bell από την πόλη της Νέας Υόρκης τηλεφώνησε στον Thomas A. Watson στο Σαν Φρανσίσκο.

Δεκαετίες 1920 – 1940: Ο Χούβερ και το τηλέφωνο του γραφείου του

Ο Χέρμπερτ Χούβερ ήταν ο πρώτος πρόεδρος των Η.Π.Α που χρησιμοποίησε ένα τηλέφωνο στο γραφείο του εκτός δηλαδή του τηλεφωνικού θαλάμου. Και το 1946, η εταιρεία του Bell προσέλαβε 250.000 γυναίκες ως χειριστές πινάκων διανομής για δημόσιες και επιχειρηματικές υπηρεσίες.

Δεκαετίες 1950 – 1960: Η παγκόσμια επικοινωνία έγινε πιο βολική

Η εταιρεία του Bell αποφάσισε να παραδώσει το πρώτο υπερατλαντικό τηλεφωνικό καλώδιο που έκανε την παγκόσμια επικοινωνία πιο βολική. Οι κλήσεις δρομολογήθηκαν αυτόματα σε διαφορετικές επεκτάσεις χωρίς χειροκίνητη εναλλαγή.

Σε αυτήν την εποχή, το πρώτο Touch-Tone τηλέφωνο με φωτισμένο καντράν έγινε μέρος της αμερικανικής κουλτούρας και κυκλοφόρησε στο εμπόριο κυρίως για επιχειρηματίες που ταξίδευαν πολύ. Το Touch-Tone είναι ένας τύπος συστήματος τηλεπικοινωνιών που χρησιμοποιεί ήχους διπλού τόνου πολλαπλών συχνοτήτων (DTMF) για να μεταδώσει ένα μήνυμα, συνήθως έναν αριθμό τηλεφώνου, σε ένα σύστημα. Σε κάθε αριθμό εκχωρείται μια συχνότητα τόνου και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναμετάδοση μιας κλήσης σε έναν συγκεκριμένο προορισμό.

Στη συνέχεια, το 1964, στην Παγκόσμια Έκθεση της Νέας Υόρκης, εμφανίστηκε η πρώτη δυνατότητα τηλεδιάσκεψης που ονομάστηκε Picturephone. Δημιουργήθηκαν τηλεφωνικές γραμμές και το 911 επιλέχθηκε ως ο αριθμός έκτακτης ανάγκης σε όλη τη χώρα.

Δεκαετίες 1970 – 1980: Η εποχή των κινητών τηλεφώνων

Αυτή θεωρείται η εποχή των φορητών κινητών τηλεφώνων. Ο Μάρτιν Κούπερ, ανώτερος μηχανικός στη Motorola, παρουσίασε το πρώτο κινητό τηλέφωνο στον κόσμο. Ήταν το Motorola DynaTAC 8000X με κόστος 4.000 δολάρια. Το πρωτότυπο ακουστικό ζύγιζε 2,5 κιλά και πρόσφερε 30 λεπτά ομιλίας, έξι ώρες αναμονής και μπορούσε να αποθηκεύσει έως και 30 αριθμούς επικοινωνίας.

Δεκαετία 1990: Η εποχή του Διαδικτύου και το VoIP

Αυτή θεωρήθηκε η εποχή του Διαδικτύου. Μια νέα δυνατότητα που είναι η αναγνώριση κλήσης έγινε ένα αμφιλεγόμενο θέμα στην Αμερική κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Επίσης, τα κινητά τηλέφωνα δεν περιορίζονταν πλέον στην επαγγελματική χρήση αλλά ήταν ανοιχτά στη μαζική παραγωγή.

Το 1995, η VocalTec κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την πρώτη διαδικτυακή κλήση – Voice over Internet Protocol (VoIP), που ονομάζεται επίσης IP τηλεφωνία. Εισήγαγαν μια περιφερειακή συσκευή στη διεθνή αγορά που μπορεί να παρέχει φωνητικές κλήσεις για επιτραπέζιους υπολογιστές.

Δεκαετία 2000 και έπειτα: Η κυκλοφορία του πρώτου Blackberry

Αυτή τη δεκαετία κυκλοφόρησε το πρώτο Blackberry με υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας. Προσέφερε δυνατότητα κλήσεων σε πραγματικό χρόνο, Wi-Fi και πλήρη περιήγηση στο διαδίκτυο μέσω του Opera Mini.

Λίγα χρόνια αργότερα, το iPhone έκανε το ντεμπούτο του και οι περισσότερες γραμμές βασίστηκαν στη VoIP τηλεφωνία. Μας βοήθησε να επικοινωνούμε μέσω φωνητικών κλήσεων ή κλήσεων τηλεδιάσκεψης άμεσα σε όλο τον κόσμο σε προσιτή τιμή.

Τα κινητά τηλέφωνα έγιναν επίσης πιο έξυπνα. Η λειτουργία οθόνης αφής αντικατέστησε τα παραδοσιακά κουμπιά για σάρωση και κύλιση. Αυτή η εξέλιξη έγινε ένα ευρέως διαδεδομένο και φθηνό εργαλείο επικοινωνίας.

1.2. Το VoIP

Το Voice over IP ή VoIP ή τηλεφωνία μέσω διαδικτύου (ελληνιστί ΦεδΠ, δηλαδή "Φωνή επί διαδικτυακού πρωτοκόλλου), χαρακτηρίζει μια ομάδα πρωτοκόλλων-τεχνολογιών (H.323, SIP), η οποία προσφέρει φωνητική συνομιλία σε πραγματικό χρόνο με σχετικά καλή ποιότητα και στην ουσία χωρίς κόστος. Οι συνομιλίες αυτές παραδοσιακά γίνονταν αποκλειστικά μέσω PC που ήταν συνδεδεμένο με το Διαδίκτυο (Internet) και διέθετε μικρόφωνο, ακουστικά και το κατάλληλο λογισμικό. Η κλήση κατέληγε σε ένα άλλο, ανάλογα εξοπλισμένο, PC χωρίς να υπάρχει κάποια επιπλέον χρέωση, εκτός από αυτή της πρόσβασης στο Διαδίκτυο, αφού στη συγκεκριμένη επικοινωνία δεν μεσολαβεί κάποιος παραδοσιακός φορέας τηλεπικοινωνιών (π.χ. ΟΤΕ) παρά μόνο το Διαδίκτυο.

Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί εναλλακτικοί (διαδικτυακοί) τηλεπικοινωνιακοί φορείς, οι οποίοι προσφέρουν προώθηση των κλήσεων VoIP σε σταθερά δίκτυα τηλεπικοινωνιών σε εξαιρετικά χαμηλό κόστος. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα της προώθηση των κλήσεων από δίκτυα σταθερής ή κινητής τηλεφωνίας προς δίκτυα voip αποκτώντας πραγματικό αριθμό σταθερού τηλεφώνου. Για παράδειγμα ο χρήστης μπορεί να αγοράσει τηλεφωνικό αριθμό από κάποια γεωγραφική περιοχή της Ελλάδας μέσω κάποιας εταιρίας (π.χ Yuboto-Telephony, Viva), να εγκαταστήσει ειδικό λογισμικό voip στο κινητό του / tablet / Laptop του και να ταξιδεύει σε όλο τον κόσμο αλλά να δέχεται κλήσεις στο σταθερό αριθμό τηλεφώνου του μέσω του διαδικτύου στην φορητή

συσκευή του. Μερικοί εξ αυτών έχουν παρουσιάσει και ειδικές USB τηλεφωνικές συσκευές VoIP, οι οποίες συνεργάζονται με το αντίστοιχο λογισμικό στον Η/Υ και καθιστούν τις κλήσεις μέσω Διαδικτύου σαφώς πιο λειτουργικές. Υπάρχει για παράδειγμα, το δικτυακό τηλέφωνο Taichi , το Cyberphonek [2], η υπηρεσία FWD [3], το e-Voice της HOL [4] ή το Voice@net του OTEnet [5].

Μέσα στο 2009 έκαναν την εμφάνιση τους και οι πρώτες ελληνικές εταιρείες που παρέχουν ελληνικά νούμερα για χρήση με VoIP υπηρεσίες. Παραδείγματα τέτοιων εταιρειών είναι η IPVoice[5], Viva Services, η Yuboto-Telephony, η Omnivoice , η Inter Telecom, η Modulus, η Smart-Voip, η Future Solution και η Voiceland.

1.2.1 Τηλεφωνικοί Αριθμοί για χρήση VoIP

Εκτός από ελληνικούς αριθμούς με γεωγραφικό προσορισμό, υπάρχει και ειδική σειρά ελληνικών αριθμών που προορίζονται ειδικά για χρήση VoIP και δεν έχουν γεωγραφικό περιορισμό (μπορούν να κληθούν από οπουδήποτε). Τα νούμερα αυτά ξεκινάνε από 70 και κάποιοι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι έχουν ξεκινήσει να τα διαθέτουν (π.χ. Viva Services, η Yuboto-Telephony (με την νέα αριθμοσειρά 7003000XXX), CitiVoice, Inter Telecom.

1.2.2 Χρήση συσκευών DECT

Τα τελευταία χρόνια η υπηρεσία αυτή, έχει ξεφύγει από τους περιορισμούς των Η/Υ και έχει κάνει κάποια περαιτέρω βήματα. Το VoIP δεν περιορίζει τους χρήστες σε χρήση ακουστικών και μικροφώνου μέσω Η/Υ, αλλά μπορεί να λειτουργήσει και με DECT συσκευές (Siemens Gigaset C470IP, A580IP, Snom M3, Snom M9 κλπ). Αυτές οι συσκευές συνδέονται απευθείας στο router, και η ρύθμιση τους γίνεται μέσω web interface που έχουν αυτές οι συσκευές από έναν απλό web browser. Με αυτή την υλοποίηση η υπηρεσία έγινε πιο εύχρηστη και κατά συνέπεια περισσότερο δημοφιλής (ακόμη και σε εταιρικό επίπεδο).

1.2.3 Τηλεφωνικά κέντρα VoIP

Το πρότυπο VoIP για τα τηλεφωνικά κέντρα είναι το SIP (Session Initiate Protocol) που έχει πολλές υλοποιήσεις από διάφορους κατασκευαστές τηλεφώνων και άλλων συσκευών. Χρησιμοποιείται και στα τηλεφωνικά κέντρα τύπου Asterisk μαζί με το IAX2 (Inter Asterisk Exchange).

Πολλά VoIP τηλεφωνικά κέντρα στηρίζονται σε συστήματα ανοιχτού κώδικα βασισμένα πάνω στο Asterisk. Από τα πιο γνωστά είναι το FreePBX, το Elastix (το οποίο εξαγοράστηκε από την 3CX) και το Issabel το οποίο στηρίχτηκε πάνω στην τελευταία ανοιχτή έκδοση του Elastix.

Εταιρείες που προσφέρουν δικά τους VoIP τηλεφωνικά κέντρα, στηρίζονται πάνω στα προαναφερόμενα συστήματα του Asterisk. Οι κύριες διαφορές τους βρίσκονται συνήθως στις ρυθμίσεις παραμετροποίησης, στην ασφάλεια που προσφέρουν ενάντια σε απειλές από κακόβουλες επιθέσεις και τέλος σε ειδικές βελτιώσεις του κώδικα για υποστήριξη επιπλέον δυνατοτήτων. Παραδείγματα τέτοιων εταιρειών είναι η Primesoft.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ένα VoIP τηλεφωνικό κέντρο δεν υποστηρίζει αποκλειστικά μόνο τηλεφωνικές γραμμές από VoIP τηλεφωνικούς παρόχους. Με την χρήση ειδικών καρτών, μπορούμε να συνδέσουμε και να αξιοποιήσουμε τις γραμμές και των παραδοσιακών φορέων τηλεπικοινωνιών (π.χ. ΟΤΕ, Wind).

1.2.4 Άλλες Εφαρμογές VoIP

Ένα άλλο κομμάτι εφαρμογών VoIP αναφέρεται αποκλειστικά σε κλήσεις οι οποίες γίνονται μόνον από PC σε PC, όπου κάποιο από αυτά αναλαμβάνει το ρόλο του εξυπηρετητή (server), ενώ τα υπόλοιπα είναι σε κατάσταση πελάτη (client). Τέτοιες εφαρμογές είναι το TeamSpeak, το RogerWilco, το Tox (του οποίου η σύνδεση μεταξύ των χρηστών είναι κρυπτογραφημένη) και αρκετές άλλες. Σε αυτές, οι κλήσεις δεν περνάνε μέσα από τον server κάποιου επίσημου φορέα, αλλά μέσα από τον εκάστοτε τοπικό server του δικτύου. Φυσικά αυτές οι κλήσεις είναι χωρίς χρέωση και περιορίζονται στο τοπικό δίκτυο.

Υπηρεσίες voip χρησιμοποιούνται ευρέως από εταιρείες call center (λόγω του χαμηλού κόστους) αλλά και από εταιρείες και ιδιώτες που βρίσκονται σε διαφορετικό γεωγραφικό προορισμό. Για παράδειγμα, τα περισσότερα call center μεγάλων εταιρειών έχουν σταθερούς αριθμούς τηλεφώνου με γεωγραφικό προορισμό εντός Ελλάδας αλλά η τοποθεσία του τηλεφωνικού κέντρου μπορεί να βρίσκεται σε μία χώρα του εξωτερικού.

1.2.5. Η χρονική εξέλιξη του VoIP

Αν και η τεχνολογία VoIP έχει εξελιχθεί ραγδαία την τελευταία δεκαετία, η αληθινή ιστορία των τηλεφώνων VoIP και Διαδικτύου πηγαινέει πολύ πιο πίσω από ό,τι θα περίμενε κανείς.

Η ιστορία του VoIP ξεκινά πριν από περίπου 100 χρόνια στα εργαστήρια Bell (ονομάστηκε φυσικά από τον Alexander Graham Bell, τον εφευρέτη του τηλεφώνου) και διηγείται πώς η τηλεφωνία μέσω Διαδικτύου μετατράπηκε από ένα σκοτεινό συνθεσάιζερ φωνής σε ένα βασικό εργαλείο επαγγελματικής επικοινωνίας με περισσότερους από 1 δισεκατομμύριο χρήστες.

1928: Δημιουργούνται οι ρίζες της τεχνολογίας VoIP



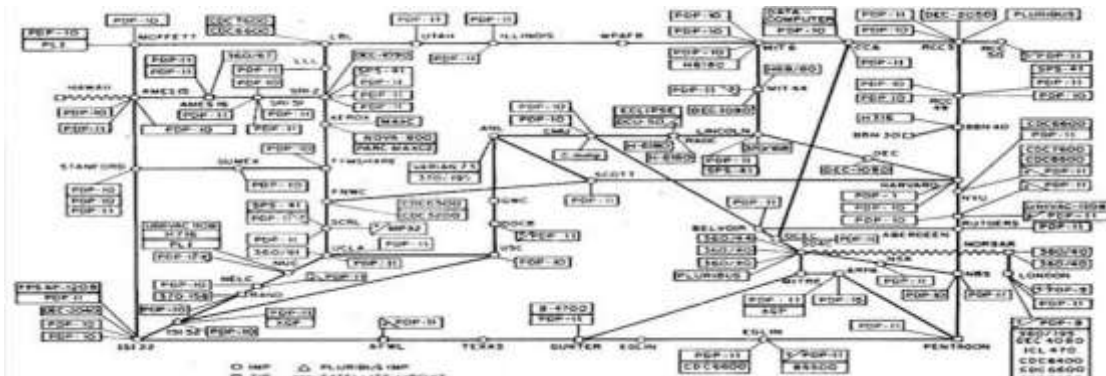
Εικόνα 2: Εργαστήριο Bell (Πηγή: <https://getvoip.com/blog/2014/01/27/history-of-voip-and-internet-telephones/>)

Το 1925, τα τμήματα μηχανικών στην AT&T και η εταιρεία Western Electric ένωσαν τις δυνάμεις τους για να ανοίξουν το εργαστήριο Bell.

Η Bell Labs δημιουργήθηκε για να εφεύρει, να σχεδιάσει και να βελτιώσει τεχνολογίες που θα επέτρεπαν στην AT&T να επεκτείνει τις υπηρεσίες επικοινωνίας της σε εθνικό επίπεδο.

Το 1938, ο μηχανικός των εργαστηρίων Bell, Homer Dudley, δημιούργησε τον πρώτο ηλεκτρονικό συνθεσάιζερ φωνής, γνωστό ως Vocoder. Έκανε το ντεμπούτο του στο κοινό στην Παγκόσμια Έκθεση της Νέας Υόρκης, όπου οι παρευρισκόμενοι γοητεύτηκαν από την ικανότητα του φωνοκωδικοποιητή να αναλύει και να αναδημιουργεί τους ήχους της ανθρώπινης ομιλίας. Η ιδέα ήταν παρόμοια με τη σημερινή μετάδοση πακέτων, η οποία καταγράφει δείγματα φωνής σε ένα τηλέφωνο και τα αναδημιουργεί σε άλλο. Ο Vocoder χρησιμοποιήθηκε στο σύστημα SIGSALY για την αποστολή μυστικών μηνυμάτων κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου.

1969: The ARPANET is Built



Εικόνα 3: Arpanet logical map (Πηγή:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arpanet_logical_map_march_1977.png)

Δεν νοείται να υπάρχουν κλήσεις μέσω Διαδικτύου χωρίς το ίδιο το Διαδίκτυο. Το Διαδίκτυο ξεκίνησε ως απλώς ένα ακαδημαϊκό ερευνητικό έργο το 1969.

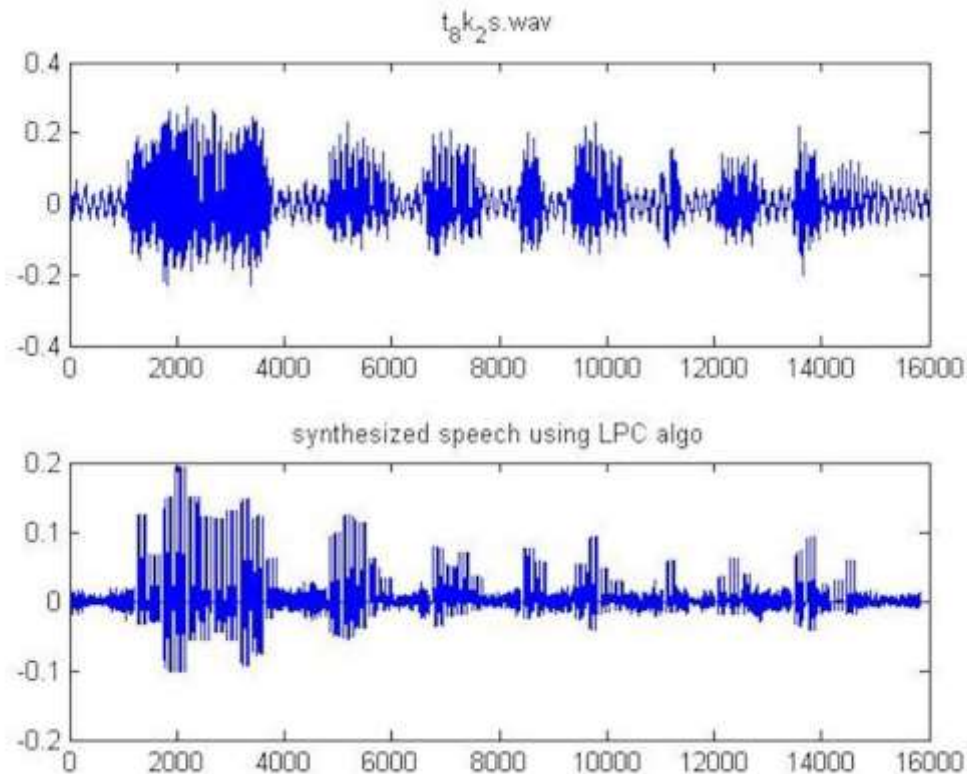
Το ARPA, ή το Advanced Research Project Agency, (γνωστό σήμερα ως DARPA) ήταν μια υπηρεσία του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ αφιερωμένη στη στρατιωτική τεχνολογία. Η ιδέα ήταν να βρεθεί ένας τρόπος για την απομακρυσμένη πρόσβαση στους υπολογιστές και τη βελτίωση των δυνατοτήτων επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών υπολογιστών.

Το αποτέλεσμα ήταν το ARPANET, το πρώτο δίκτυο μεταγωγής πακέτων που δημιουργήθηκε ποτέ και ένας από τους πρώτους υιοθέτες επικοινωνιών πρωτοκόλλων δικτύου TCP και IP.

Η μεταγωγή πακέτων στέλνει δεδομένα μέσω τηλεφωνικών δικτύων ανεξάρτητα, χωρίς την ανάγκη αποκλειστικού κυκλώματος που απαιτεί σταθερή σύνδεση από άκρο σε άκρο. Το ARPANET διασύνδεσε μικρούς υπολογιστές μέσω μόντεμ σε πολλές τοποθεσίες στις Ηνωμένες Πολιτείες, συμπεριλαμβανομένων των Harvard, UCLA και MIT.

Οι Vint Cerf, Bob Taylor και Bob Kahn πιστώνονται με τη δημιουργία των πρωτοκόλλων που θα δημιουργούσαν την πρώτη σύνδεση στο Διαδίκτυο. Αυτό το δίκτυο έκλεισε επίσημα το 1990.

1973: Μεταδόθηκε το πρώτο πακέτο δεδομένων φωνής



Εικόνα 4: Μεταφορά ηχητικού πακέτου (Πηγή:

<https://getvoip.com/blog/2014/01/27/history-of-voip-and-internet-telephones/>)

Το 1973, οι Bob McAuley, Ed Hofstetter και Charlie Radar ανέπτυξαν το πρώτο πακέτο φωνής μέσω του ARPANET στο Lincoln Lab του MIT.

Αυτή η μετάδοση φωνής ήταν δυνατή χάρη στο LPC ή Linear Predictive Coding — το θεμέλιο της σύγχρονης τεχνολογίας VoIP. Το LPC είναι μια τεχνική ανάλυσης ομιλίας που βασίζεται στο γραμμικό μοντέλο πρόβλεψης για την επεξεργασία και την επανασύνθεση συμπιεσμένων ψηφιακών μορφών φωνητικών σημάτων και ομιλίας.

Το 1974, το Lincoln Lab και η Culler Harrison, Inc. μετέφεραν επιτυχώς πακέτα δεδομένων φωνητικής δοκιμής μεταξύ τους. Μέχρι το 1976, οι Culler Harrison και Lincoln Labs είχαν πραγματοποιήσει κλήση τηλεδιάσκεψης μέσω του LPC.

1975: Γεννιέται το CompuServe



Εικόνα 5:CompuServe

(Πηγή:<https://winworldpc.com/product/compuServe-information-manager/2x>)

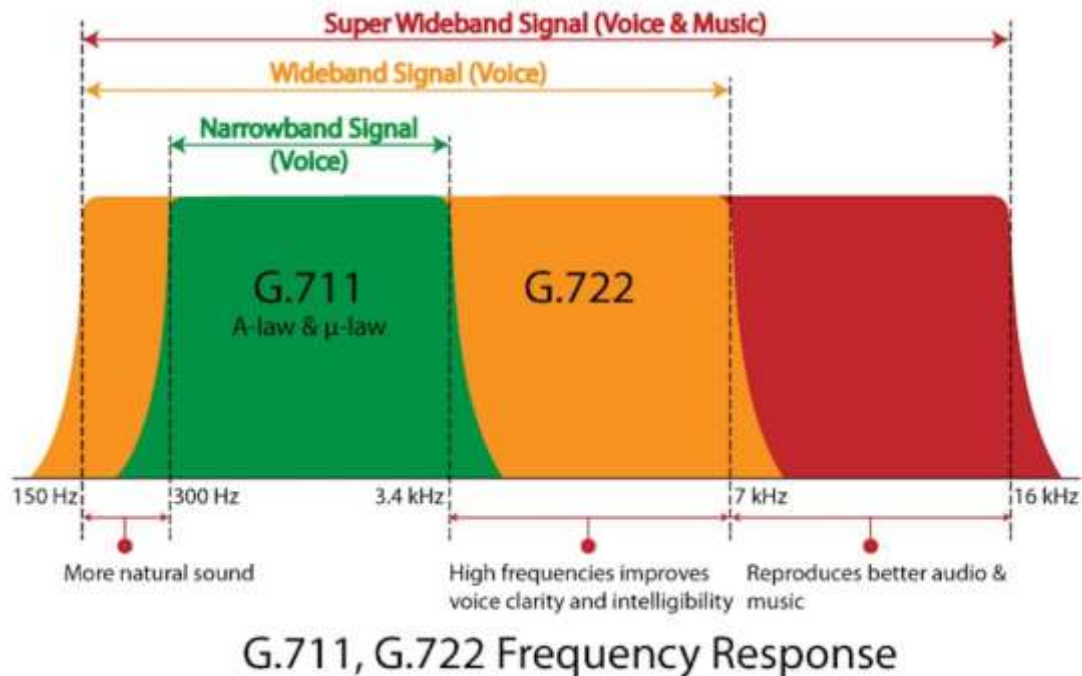
Μέχρι αυτό το σημείο, ήταν εξαιρετικά δύσκολο για τις περισσότερες εταιρείες, πόσο μάλλον για τους χρήστες, να αποκτήσουν πρόσβαση στην πολύ βασική έκδοση του Διαδικτύου που υπήρχε εκείνη την εποχή.

Όλα άλλαξαν όταν η CompuServe, η πρώτη μεγάλης κλίμακας εμπορική εταιρεία παροχής υπηρεσιών Διαδικτύου, εμφανίστηκε το 1975. Η CompuServe ξεκίνησε ως θυγατρική της Golden United Life Insurance.

Η Golden United σχεδίαζε να χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο με ωριαία μίσθωση. Άλλες εταιρείες θα μπορούσαν να νοικιάσουν χρόνο στο σύστημα της Golden United κατά τις τυπικά εργάσιμες ώρες.

Μέχρι το 1975, η CompuServe έγινε συνώνυμο του Διαδικτύου, όπως η AT&T με το τηλέφωνο. Οι χρήστες της CompuServe μπορούσαν να ανταλλάσσουν μηνύματα μέσω ηλεκτρονικών πινάκων και email. Το 1980, το CompuServe κυκλοφόρησε την πρώτη υπηρεσία συνομιλίας και έγινε η πρώτη εταιρεία που επέτρεπε στους πελάτες να συνομιλούν μεταξύ τους μέσω υπολογιστή.

1988: Το πρώτο Wideband Audio Codec



Εικόνα 6: Απόκριση συχνότητας (Πηγή:

<https://getvoip.com/blog/2014/01/27/history-of-voip-and-internet-telephones/>)

Τον Νοέμβριο του 1988, η ITU-T παρουσίασε τον κωδικοποιητή ήχου ευρείας ζώνης G.722, ο οποίος προσέφερε σημαντικά βελτιωμένη ποιότητα ομιλίας σε σύγκριση με τους προκατόχους του.

Εκτός από το πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης ομιλίας, το G.722 ήταν επίσης σε θέση να κάνει δειγματοληψία δεδομένων ήχου. Το γεγονός ότι το G.722 προσέφερε ταχύτητες δεδομένων έως και 64 kbit/s το καθιστούσε ιδανικό για επικοινωνία VoIP — σε τοπικά δίκτυα (LAN).

1989-1991: Η πρώτη εφαρμογή VoIP κυκλοφόρησε στο εμπορικό κοινό

Το 1989, ο προγραμματιστής Brian C. Wiles ήθελε να κατασκευάσει λογισμικό που θα επέτρεπε στους παίκτες βιντεοπαιχνιδιών να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω μόντεμ

ενώ παίζουν. Δημιούργησε το RASCAL, το πρώτο σύστημα που έστειλε με επιτυχία φωνή μέσω Ethernet.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία εκείνη την εποχή απαιτούσε ταχύτητα 64 Kb/s για την εκτέλεση φωνητικών εφαρμογών. Για να το ξεπεράσει αυτό, ο Wiles έγραψε ένα σχήμα αποδεκατισμού/επέκτασης που μείωσε το απαραίτητο εύρος ζώνης σε μόλις 32 Kb/s.

Κυκλοφορεί το πρόγραμμα με το όνομα NetFone.

Το NetFone, αργότερα γνωστό ως Speak Freely, είναι το πρώτο τηλέφωνο VoIP που βασίζεται σε λογισμικό. Ο Walker το χρησιμοποιούσε κυρίως για να ακούει συναντήσεις και να μιλά με άλλους προγραμματιστές της εταιρείας του.

1993: Πρώτο βίντεο συστήματος τηλεδιάσκεψης



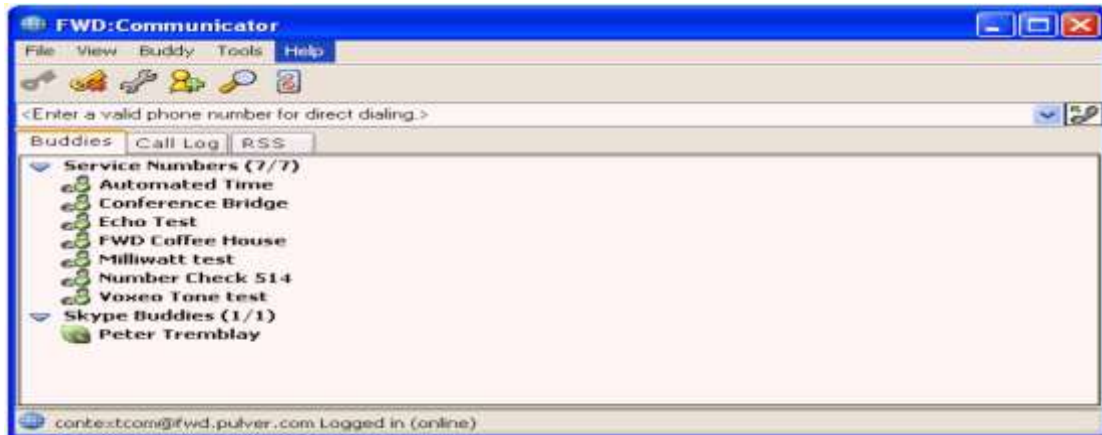
Εικόνα 7: Teleport (Πηγή:

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_videotelephony)

Πριν από το Skype και το Zoom, υπήρχε το Teleport, το πρώτο σύστημα τηλεδιάσκεψης (αργότερα μετονομάστηκε σε TeleSuite).

Οι δημιουργοί David Allen και Herold Williams δημιούργησαν αυτό το σύστημα τηλεδιάσκεψης καθαρά για να προστατεύσουν την επιχείρησή τους. Συνειδητοποίησαν ότι έχαναν δουλειές επειδή οι πελάτες τους διέκοπταν τις διακοπές τους ή έκαναν λιγότερες διανυκτερεύσεις επειδή έπρεπε να επιστρέψουν στις συναντήσεις των εταιρειών τους. Οι βιντεοκλήσεις ήταν η τέλεια λύση και σύντομα τα Hilton Hotels έγιναν ο πρώτος μεγάλος πελάτης τους.

1994: Free World Dialup



Εικόνα 8: Free World Dialup (Πηγή: <https://getvoip.com/blog/2014/01/27/history-of-voip-and-internet-telephones/>)

Το Free World Dialup, γνωστό ως FWD, ήταν το πρώτο πραγματικό επιχειρηματικό εγχείρημα VoIP.

Ιδρύθηκε το 1994 από τους Jeff Pulver, Brandon Lucas και Izak Jenie και δημιούργησε ένα δίκτυο όπου όλοι οι συνδρομητές μπορούσαν να μιλήσουν μεταξύ τους. Μέχρι αυτή τη στιγμή, δεν υπήρχε ακόμη τρόπος να πραγματοποιηθούν εξερχόμενες κλήσεις μέσω PSTN, επομένως μόνο οι συνδρομητές μπορούσαν να συνδεθούν μέσω FWD.

Όπως υποδηλώνει το όνομα, η υπηρεσία ήταν εντελώς δωρεάν, αλλά έθεσε τις βάσεις για το κερδοσκοπικό σύστημα VoIP της Pulver το 2008.

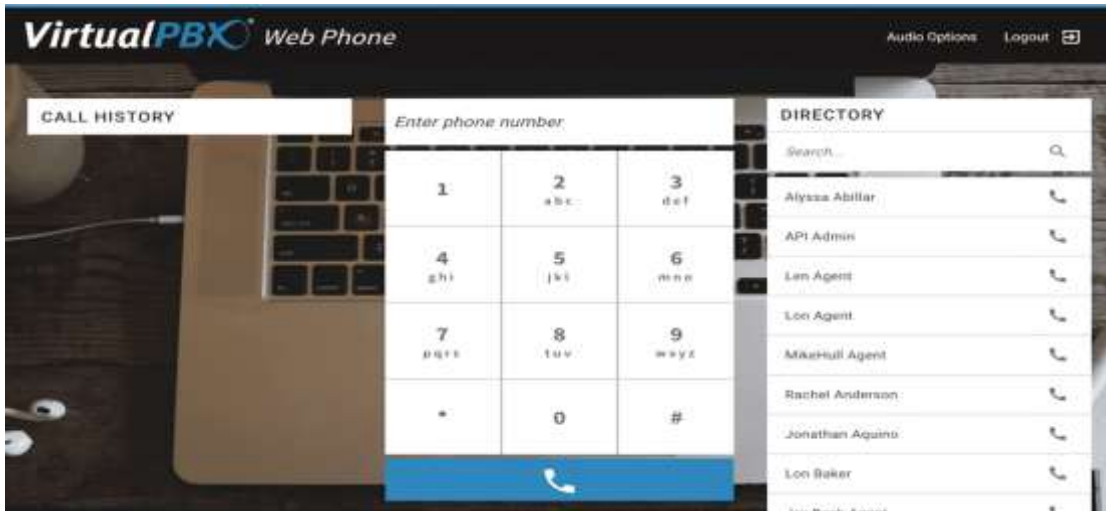
1995: Πρώτη κερδοσκοπική εφαρμογή VoIP



Εικόνα 9: VocalTec (Πηγή: <https://getvoip.com/blog/2014/01/27/history-of-voip-and-internet-telephones/>)

Το 1995, οι ιδρυτές της VocalTec Communications δημιούργησαν την πρώτη εμπορική εφαρμογή VoIP, VocalTec Internet Phone. Για να λειτουργήσει μέσω του πρωτοκόλλου H.323, χρειαζόταν κατ'ελάχιστο επεξεργαστής 486 MHz, μνήμη RAM 8 MB, κάρτα ήχου 16 bit και σύνδεση SLLP ή PPP.

1996: Η πρώτη λύση PBX (private branch exchange) και ανάπτυξη πρωτοκόλλου SIP



Εικόνα 10: Virtual PBX (Πηγή: <https://www.virtualpbx.com/news/introducing-the-virtualpbx-web-phone/>)

Το 1996, η California Virtual PBX παρουσίασε την πρώτη λύση PBX, η οποία περιελάμβανε βασικά χαρακτηριστικά όπως η πρόσβαση σε web interface . Αξίζει να σημειωθεί ότι μέχρι αυτή τη στιγμή, το PBX βασιζόταν σε χάλκινα καλώδια για την επικοινωνία μέσω PSTN γραμμών.

Το 1996 ήταν επίσης η πρώτη χρονιά που αναπτύχθηκε το πρωτόκολλο επικοινωνίας SIP (Session Initiation Protocol).

1999: Asterisk, Το πρώτο IP-PBX που αναπτύχθηκε



Εικόνα 11: Η πρώτη έκδοση Asterisk (Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk_\(PBX\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk_(PBX)))

Το 1999, ο Mark Spencer άνοιξε τη δική του εταιρεία τεχνικής υποστήριξης, αλλά χρειαζόταν ένα PBX για να επιτρέψει την καλύτερη επικοινωνία μεταξύ του ίδιου και των εργαζομένων.

Επειδή δεν μπορούσε να αντέξει οικονομικά ένα PBX, αποφάσισε να προγραμματίσει το δικό του σύστημα IP-PBX και το ονόμασε Asterisk. Το Asterisk ήταν ένα πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα που σύντομα βελτιώθηκε με τα χρόνια από χιλιάδες προγραμματιστές.

2003-2004: Skype και Vonage

Το 2003, η Skype —η εταιρεία που θα γινόταν το πιο γνωστό όνομα στις βιντεοκλήσεις της εποχής της— ιδρύθηκε στην Εσθονία. Επέτρεπε δωρεάν ηχητικές κλήσεις εντός του δικτύου της. Ωστόσο, το υβριδικό P2P και το σύστημα πελάτη-διακομιστή σήμαιναν ότι σύντομα θα μπορούσε να προσφέρει βιντεοκλήσεις, κοινή χρήση αρχείων, Skypecasting και πολλά άλλα. Εξαγοράστηκε από το eBay το 2003 και τη Microsoft το 2011.

Σύντομα, αναρίθμητες εναλλακτικές λύσεις Skype εμφανίστηκαν στην αγορά. Το Vonage for Business αναπτύχθηκε το 2004 και είχε περίπου 2 εκατομμύρια συνδρομητές μέχρι το 2006.

2004: Η ομοσπονδιακή επιτροπή τηλεπικοινωνιών των ΗΠΑ (FCC) παίρνει θέση

Μέχρι αυτή τη στιγμή, οι κανονισμοί γύρω από τις κλήσεις VoIP ήταν ασταθείς.

Το 2004, ο Ομοσπονδιακός Επίτροπος Επικοινωνιών, Πρόεδρος Μάικλ Πάουελ, δήλωσε ότι το VoIP ήταν υπηρεσία πληροφοριών και όχι τηλεφωνική υπηρεσία. Αυτό όχι μόνο

μείωσε τους φόρους για τους πελάτες VoIP, αλλά σήμαινε επίσης ότι τα κράτη δεν μπορούσαν να ρυθμίσουν τις υπηρεσίες VoIP. Το 2005, οι υπηρεσίες VoIP που συνδέονταν σε PSTN απαιτούνταν από το νόμο να μπορούν να πραγματοποιούν κλήσεις e911. Θεσπίστηκαν επίσης νόμοι για την καταγραφή κλήσεων από εταιρείες.

2005-2006: Mobile VoIP



Εικόνα 12: Mobile έκδοση του voip (Πηγή: <https://getvoip.com/blog/2014/01/27/history-of-voip-and-internet-telephones/>)

Το 2005, η Calypso Wireless κυκλοφόρησε το C1250i, το πρώτο κινητό τηλέφωνο με συνδεσιμότητα Wi-Fi.

Το C1250i επέτρεπε στους χρήστες να εναλλάσσονται μεταξύ των πύργων σύνδεσης κινητής τηλεφωνίας και των συνδέσεων Wi-Fi, γεγονός που κατέστησε δυνατές αμφίδρομες κλήσεις βιντεοδιάσκεψης σε πραγματικό χρόνο και τηλεφωνικές κλήσεις IP.

Το 2006, κυκλοφόρησε το Truphone, η πρώτη εφαρμογή VoIP για κινητά για τηλέφωνα Nokia, iPhone, Android και χρήστες Blackberry.

Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να πραγματοποιούν δωρεάν τηλεφωνικές κλήσεις εντός δικτύου, να στέλνουν δωρεάν μηνύματα και να πραγματοποιούν κλήσεις VoIP. Η εφαρμογή χρησιμοποιούσε το πρωτόκολλο SIP για να πραγματοποιεί κλήσεις μέσω Διαδικτύου και όχι μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Μεταξύ 2010 – 2016 το VoIP γίνεται Mainstream. Μέχρι το 2012, οι φιλοξενούμενες τηλεφωνικές υπηρεσίες VoIP αυξάνονταν με ρυθμό περίπου 17% ετησίως, ενώ το SIP trunking σημείωσε αύξηση 83% από το 2011-2012. Μέχρι το 2015, πολλές επιχειρήσεις είτε μεταβαίνουν σε φωνητικές κλήσεις VoIP είτε είχαν ήδη IP τηλεφωνία στο γραφείο τους.

2016-2020: Απομακρυσμένη εργασία, VoIP και Ενοποιημένες Επικοινωνίες



Εικόνα 13: Ενοποιημένες επικοινωνίες (Πηγή:

<https://getvoip.com/blog/2014/01/27/history-of-voip-and-internet-telephones/>)

Η τεχνολογία VoIP μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες είχε ήδη γίνει βιομηχανία 20 δισεκατομμυρίων δολαρίων το 2018 και σημείωσε ρυθμό ανάπτυξης άνω του 28% μεταξύ του 2016 και της αρχής του 2020.

Έτσι, ενώ η βιομηχανία VoIP βρισκόταν σε σταθερή τροχιά, η πανδημία του κορονοϊού που ξεκίνησε στις αρχές του 2020 επιτάχυνε αυτό το χρονοδιάγραμμα. Εν μία νυκτί αύξηση στην εξ' αποστάσεως εργασία άφησε τις επιχειρήσεις να προσπαθούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες εξ αποστάσεως επικοινωνίας.

Η δρομολόγηση παντός καναλιού και οι ενοποιημένες επικοινωνίες, που υποστηρίζονται από την τεχνολογία VoIP, επέτρεψαν σε απομακρυσμένες ομάδες να συνδέονται μεταξύ τους και με πελάτες μέσω πολλαπλών καναλιών σε οποιαδήποτε συσκευή, συμπεριλαμβανομένων:

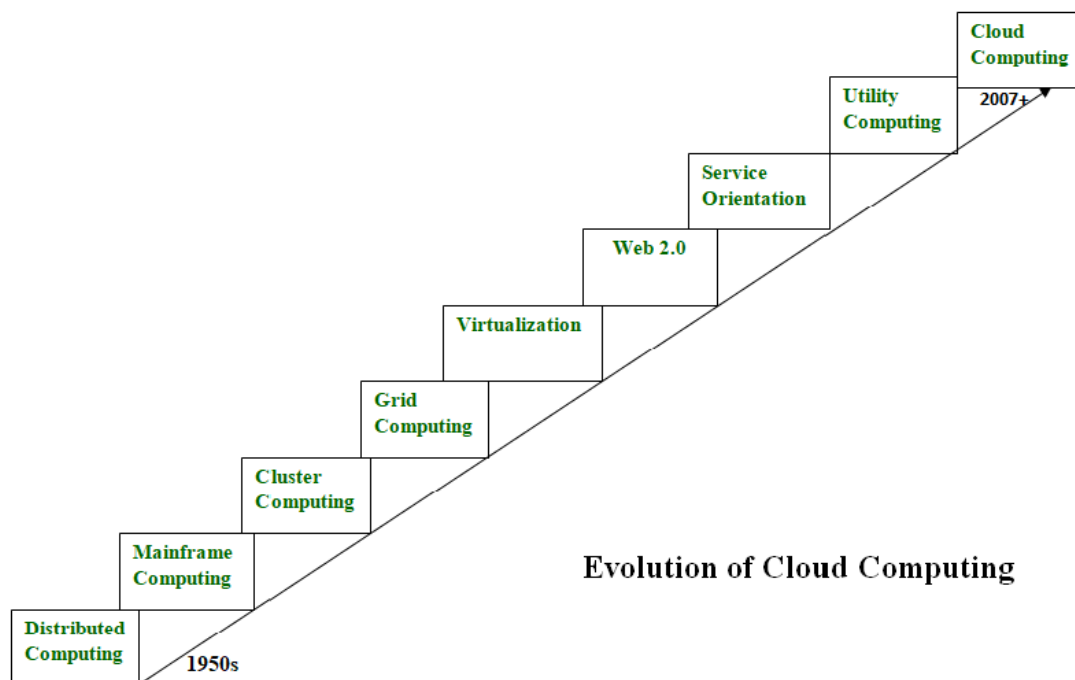
- Συνομιλία μέσω βίντεο
- Εφαρμογές softphone
- Τηλεφωνήματα συνδιάσκεψης
- Πολλαπλές τηλεφωνικές γραμμές
- Μηνύματα συνομιλίας ομάδας
- Συζήτηση στον ιστότοπο
- Εικονικός τηλεφωνητής

ΚΕΦ.2: Cloud Computing (Υπολογιστικό Νέφος)

Το Cloud Computing είναι μια τεχνολογία που τοποθετεί ολόκληρη την υπολογιστική υποδομή τόσο σε εφαρμογές υλικού όσο και σε εφαρμογές λογισμικού online. Χρησιμοποιεί το διαδίκτυο, απομακρυσμένους κεντρικούς διακομιστές για τη συντήρηση δεδομένων και εφαρμογών. Το Gmail, το Yahoo mail, το Facebook, το Hotmail, κ.λπ. είναι όλα τα πιο βασικά και ευρέως χρησιμοποιούμενα παραδείγματα υπολογιστικού νέφους. Η τεχνολογία, στην ουσία, είναι μια γεωγραφική μετατόπιση της θέσης των δεδομένων μας από προσωπικούς υπολογιστές σε έναν κεντρικό διακομιστή ή «σύννεφο». Συνήθως, οι υπηρεσίες cloud χρεώνουν τους πελάτες τους με βάση τη χρήση. Στόχος του είναι να παρέχει υποδομές και πόρους στο Διαδίκτυο προκειμένου να εξυπηρετεί τους πελάτες του.

Ο όρος «σύννεφο» προήλθε στην πραγματικότητα από την τηλεφωνία. Οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών πρόσφεραν Εικονικό Ιδιωτικό Δίκτυο με καλή ποιότητα σε προσιτές τιμές. Το σύμβολο του νέφους αντιπροσώπευε το σημείο οριοθέτησης το οποίο ήταν αποκλειστική ευθύνη του παρόχου. Το cloud computing διαχειρίζεται διακομιστές και υποδομές δικτύου.

Το cloud computing έχει να κάνει με την ενοικίαση υπολογιστικών υπηρεσιών. Αυτή η ιδέα ήρθε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1950. Για να γίνει το cloud computing αυτό που είναι σήμερα, πέντε τεχνολογίες έπαιξαν ζωτικό ρόλο. Αυτά είναι τα καταναμεμένα συστήματα, η εικονικοποίηση, το web 2.0, ο προσανατολισμός στις υπηρεσίες και οι βοηθητικές εφαρμογές.



Εικόνα 14: Εξέλιξη του υπολογιστικού νέφους (Πηγή:

<https://www.geeksforgeeks.org/evolution-of-cloud-computing/>)

2.1 Τεχνολογίες του Cloud Computing

Κατανεμημένα Συστήματα

Είναι μια σύνθεση πολλαπλών ανεξάρτητων συστημάτων αλλά όλα απεικονίζονται ως μια ενιαία οντότητα στους χρήστες. Ο σκοπός των κατανεμημένων συστημάτων είναι να μοιράζονται πόρους και επίσης να τους χρησιμοποιούν αποτελεσματικά και αποδοτικά. Τα κατανεμημένα συστήματα διαθέτουν χαρακτηριστικά όπως επεκτασιμότητα, συνεχής διαθεσιμότητα, ετερογένεια και ανεξαρτησία σε αστοχίες. Αλλά το κύριο πρόβλημα με αυτό το σύστημα ήταν ότι όλα τα συστήματα έπρεπε να είναι παρόντα στην ίδια γεωγραφική θέση. Έτσι, για την επίλυση αυτού του προβλήματος, οδηγήθήκαμε σε τρεις ακόμη τύπους υπολογιστών και ήταν: Mainframe computing, Cluster Computing και Grid Computing.

Mainframe computing

Τα κεντρικά συστήματα που πρωτοεμφανίστηκαν το 1951 είναι εξαιρετικά ισχυρά και αξιόπιστα. Αυτά είναι υπεύθυνα για το χειρισμό μεγάλων δεδομένων. Ακόμη και σήμερα χρησιμοποιούνται για εργασίες μαζικής επεξεργασίας, όπως ηλεκτρονικές συναλλαγές κ.λπ. Αυτά τα συστήματα δεν έχουν σχεδόν καθόλου χρόνο διακοπής λειτουργίας με υψηλή ανοχή σφαλμάτων.

Cluster computing

Στη δεκαετία του 1980, το cluster computing ήρθε ως εναλλακτική λύση στο Mainframe computing . Κάθε μηχανή στο σύμπλεγμα συνδέθηκε μέσω ενός δικτύου με υψηλό εύρος ζώνης. Αυτά ήταν πολύ πιο οικονομικά από αυτά τα συστήματα mainframe και ήταν εξίσου ικανά για πολλαπλούς υπολογισμούς. Επίσης, νέοι κόμβοι θα μπορούσαν εύκολα να προστεθούν στο σύμπλεγμα, εάν χρειαζόταν. Έτσι, το πρόβλημα του κόστους λύθηκε σε κάποιο βαθμό, αλλά το πρόβλημα που σχετίζεται με τους γεωγραφικούς περιορισμούς εξακολουθούσε να υπάρχει. Για να λυθεί αυτό, εισήχθη η έννοια του grid computing.

Grid computing

Στη δεκαετία του 1990, εισήχθη η έννοια Grid computing. Σημαίνει ότι διαφορετικά συστήματα τοποθετήθηκαν σε εντελώς διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες και όλα

αυτά συνδέθηκαν μέσω του Διαδικτύου. Αυτά τα συστήματα ανήκαν σε διαφορετικούς οργανισμούς και έτσι το πλέγμα αποτελούνταν από ετερογενείς κόμβους. Αν και έλυσε ορισμένα ζητήματα, νέα προβλήματα εμφανίστηκαν καθώς η απόσταση μεταξύ των κόμβων αυξανόταν. Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε ήταν η χαμηλή διαθεσιμότητα συνδεσιμότητας υψηλού εύρους ζώνης. Έτσι Το cloud computing αναφέρεται συχνά ως «Διάδοχος του Grid computing»

Εικονικοποίηση

Παρουσιάστηκε πριν από σχεδόν 40 χρόνια. Αναφέρεται στη διαδικασία δημιουργίας ενός εικονικού επιπέδου πάνω από το υλικό, επιτρέποντας στον χρήστη να εκτελεί πολλαπλές διεργασίες ταυτόχρονα στο υλικό. Είναι η βάση στην οποία εργάζονται σημαντικές υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους όπως το Amazon EC2, το VMware vCloud κ.λπ. Η εικονικοποίηση υλικού εξακολουθεί να είναι ένας από τους πιο συνηθισμένους τύπους εικονικοποίησης.

Web 2.0

Είναι η διεπαφή μέσω της οποίας οι υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους αλληλεπιδρούν με τους πελάτες. Λόγω του Web 2.0 έχουμε διαδραστικές και δυναμικές ιστοσελίδες. Αυξάνει επίσης την ευελιξία μεταξύ των ιστοσελίδων. Στα δημοφιλή παραδείγματα web 2.0 περιλαμβάνονται οι Χάρτες Google, το Facebook, το Twitter, κ.λπ. Περισσότερο να πούμε ότι τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι υπαρκτά λόγω αυτής της τεχνολογίας.

Προσανατολισμός εξυπηρέτησης

Λειτουργεί ως μοντέλο αναφοράς για το cloud computing. Υποστηρίζει χαμηλού κόστους, ευέλικτες και εξελίξιμες εφαρμογές. Δύο σημαντικές έννοιες εισήχθησαν σε αυτό το υπολογιστικό μοντέλο. Αυτές ήταν η Ποιότητα Υπηρεσίας (QoS), η οποία περιλαμβάνει επίσης το SLA (Service Level Agreement) και το Software as a Service (SaaS).

Utility computing

Είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο που ορίζει τεχνικές παροχής υπηρεσιών για υπηρεσίες όπως αποθήκευσης, υποδομής κ.λπ. και που παρέχονται με βάση πληρωμή ανά χρήση. Έτσι, οι παραπάνω τεχνολογίες συνέβαλαν στη δημιουργία του cloud computing.

2.2. Χρονική Εξέλιξη

Πέρα όμως από την εξέλιξη των τεχνολογιών του cloud computing που αναλύθηκαν παραπάνω έχει ενδιαφέρον να δει κανείς και την χρονική εξέλιξη ανά τις δεκαετίες.

1960

Ένα από τα διάσημα ονόματα στην Επιστήμη των Υπολογιστών, ο John McCarthy, επέτρεψε στις επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν mainframe και εισήγαγε ολόκληρη την έννοια του time-sharing. Αυτό αποδείχθηκε ότι ήταν μια πρωτοπορία της ιδέας του Cloud computing στην καθιέρωση του Διαδικτύου.

1969

Με το όραμα να διασυνδέσει τον παγκόσμιο χώρο, η J.C.R. Ο Licklider εισήγαγε τις έννοιες του «Γαλαξιακού Δικτύου» και του «Διαγαλαξιακού Δικτύου Υπολογιστών» και ανέπτυξε το Advanced Research Projects Agency Network-ARPANET.

1970

Μέχρι αυτή την εποχή, ήταν δυνατή η εκτέλεση πολλών Λειτουργικών Συστημάτων σε απομονωμένο περιβάλλον.

1997

Ο καθηγητής Ramnath Chellappa εισήγαγε την έννοια του «Cloud Computing» στο Ντάλας.

2003

Το Virtual Machine Monitor (VMM), επιτρέπει την εκτέλεση πολλαπλών εικονικών λειτουργικών συστημάτων σε μία συσκευή.

2006

Η Amazon άρχισε επίσης να επεκτείνεται στις υπηρεσίες cloud. Από το EC2 έως το Simple Storage Service S3, εισήγαγαν το μοντέλο pay-as-you-go.

2013

Με το IaaS, (Infrastructure-as-a-Service), η Παγκόσμια Αγορά Δημόσιων Υπηρεσιών Cloud ανήλθε συνολικά σε 78 δισ. £, η οποία αποδείχθηκε ότι ήταν οι ταχύτερα αναπτυσσόμενες υπηρεσίες της αγοράς εκείνης της χρονιάς.

2.3 Φάσεις της εξέλιξης υπολογιστικού νέφους

Η εξέλιξη του υπολογιστικού νέφους μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις βασικές φάσεις:

Η Φάση της Ιδέας (The Idea Phase) - Αυτή η φάση ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1960. Ο Joseph Carl Robnett Licklider ήταν ο ιδρυτής του cloud computing.

Η φάση πριν από το σύννεφο (The Pre-cloud Phase) - Η φάση πριν από το σύννεφο ξεκίνησε το 1999 και επεκτάθηκε έως το 2006.

Η Φάση Cloud (The Cloud Phase) - Η πολυσυζητημένη φάση του πραγματικού cloud ξεκίνησε το 2007 όταν επισημοποιήθηκε η ταξινόμηση των IaaS, PaaS και SaaS ανάπτυξης.

2.4 Κατηγορίες Cloud Computing

Το Cloud Computing ταξινομείται σε διάφορες κατηγορίες. Με βάση τον τύπο, τη χρήση και την τοποθεσία, ως ακολούθως:

Public Cloud- Όταν ένα cloud είναι διαθέσιμο στο ευρύ κοινό με βάση την πληρωμή ανά χρήση. Ο πελάτης δεν έχει ορατότητα σχετικά με τη θέση της υποδομής υπολογιστικού νέφους. Βασίζεται στο τυπικό μοντέλο υπολογιστικού νέφους. Παραδείγματα δημόσιου cloud είναι το Amazon EC2, η πλατφόρμα υπηρεσιών Windows Azure, το Blue cloud της IBM.

Private Cloud- Τα εσωτερικά κέντρα δεδομένων των επιχειρηματικών οργανισμών που δεν είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό ονομάζονται ιδιωτικό cloud. Αυτά είναι πιο ασφαλή σε σύγκριση με τα δημόσια σύννεφα. Ένα ιδιωτικό σύννεφο φιλοξενείται στους διακομιστές της εταιρείας. Παράδειγμα ιδιωτικής τεχνολογίας cloud είναι το Eucalyptus και το VMware.

Hybrid Cloud- Ένας συνδυασμός ιδιωτικού και δημόσιου cloud.

2.5 Τάσεις του Cloud Computing – Ενισχύοντας το μέλλον του Public Cloud

Η εκτιμώμενη δαπάνη για τις Δημόσιες Υπηρεσίες Cloud προβλέπεται να ξεπεράσει τα 500 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2023. Οι επερχόμενες τάσεις στο cloud computing πρόκειται να ενισχύσουν τις βιομηχανίες με πολλαπλές προσφορές cloud και επιταχυνόμενη ανάπτυξη.

Ως αποτέλεσμα, η υιοθέτηση του cloud θα αυξηθεί κατά 22,8% επι του συνόλου των έργων πληροφορικής για τις επιχειρήσεις.

Επιπρόσθετα, η πανδημία χρησίμευσε ως καταλύτης για την ταχεία υιοθέτηση του cloud το 2020, ειδικά με την απομακρυσμένη εργασία και τα υβριδικά μοντέλα εργασίας.

Κατανεμημένα μοντέλα Cloud

Υπηρεσίες επιχειρηματικής διαδικασίας Cloud (BPaaS).

Υπηρεσίες Υποδομής Εφαρμογών Cloud (PaaS).

Υπηρεσίες Εφαρμογών Cloud (SaaS).

Υπηρεσίες Διαχείρισης Cloud και Ασφάλειας.

Υπηρεσίες υποδομής συστήματος Cloud (IaaS).

Επιφάνεια εργασίας ως υπηρεσία (DaaS).

Χωρητικότητα αποθήκευσης Cloud.

Καθώς οι υπηρεσίες cloud μετατρέπονται σταδιακά σε ουσιαστικό μέρος της επιχειρηματικής δραστηριότητας, αναμένουμε ότι η αποθήκευση δεδομένων θα αναπτυχθεί εκθετικά με τη πάροδο του χρόνου. Για να επιτευχθεί αυτό, οι οργανισμοί θα πρέπει να οργανώσουν περισσότερα κέντρα δεδομένων στο διαδίκτυο με εξοπλισμό αποθήκευσης μεγαλύτερης χωρητικότητας.

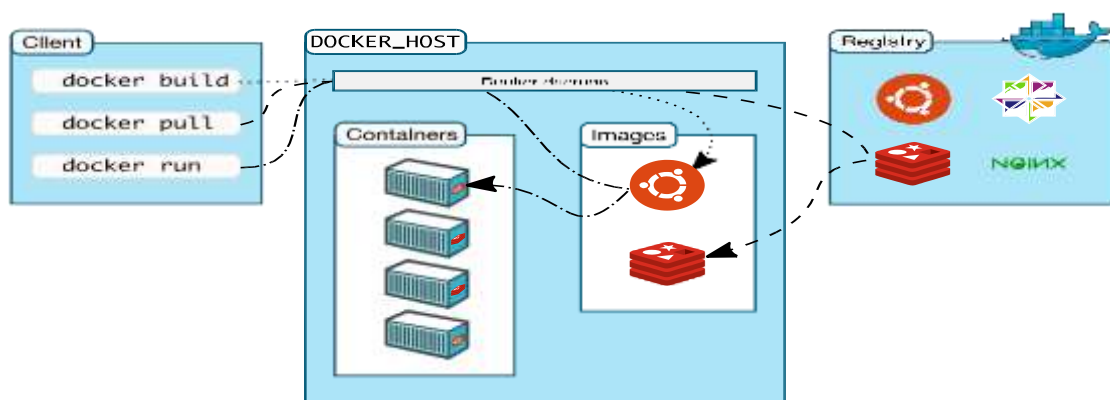
Ενώ οι ιδιοκτήτες κέντρων δεδομένων πρόκειται να αυξήσουν τον διαθέσιμο χώρο αποθήκευσης, οι οργανισμοί θα έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν αυτόν τον χώρο για να εκπληρώσουν τις απαιτήσεις τους. Για παράδειγμα, οι οργανισμοί που εργάζονται με μεγάλα δεδομένα θα χρησιμοποιήσουν αυτόν τον εκτεταμένο χώρο για να αποθηκεύσουν μεγάλα ευρετήρια ή σύνολα δεδομένων και να εκτελέσουν αναλύσεις σε αυτά και να αποκομίσουν πολύτιμες πληροφορίες σε τομείς, για παράδειγμα, συμπεριφορά πελατών, ανθρώπινα πλαίσια και στρατηγικές οικονομικές επενδύσεις. Για τις μικρές ιδιωτικές εταιρείες, η διευρυμένη χωρητικότητα αποθήκευσης σημαίνει ότι το 2025 θα προσφέρει προσαρμοσμένες ή κατά παραγγελία εναλλακτικές λύσεις αποθήκευσης με πολύ χαμηλότερο κόστος από αυτό που ήταν προσβάσιμο το 2022.

ΚΕΦ.3: Docker & Asterisk

Το Docker είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα το οποίο μπορεί να εκτελεί εικονοποίηση σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος. Αναπτύχθηκε από την εταιρία Docker Inc. και κυκλοφόρησε αρχικά το 2013. Είναι γραμμένο στην γλώσσα προγραμματισμού Go. Μπορεί να εκτελεστεί σε περιβάλλον Windows, Linux και MacOS.

3.1 Βασικά στοιχεία του Docker

Η αρχιτεκτονική του Docker φαίνεται παρακάτω. Εν συνεχεία παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία του Docker.



Εικόνα15. Αρχιτεκτονική του Docker (Πηγή : <https://docs.docker.com/get-started/overview/>)

Docker client

Το Docker client είναι ο βασικός τρόπος για να αλληλοεπιδράσουμε με το docker. Χρησιμοποιώντας εντολές όπως η `docker ps`, ο client τις στέλνει στο daemon, το οποίο τις εκτελεί. Εντολές που ξεκινούν με τη λέξη “docker” χρησιμοποιούν το docker api.

Docker daemon

Το Docker daemon ακούει για docker api αιτήσεις και διαχειρίζεται αντικείμενα του docker όπως πχ τα containers. Ο daemon μπορεί να επικοινωνεί με άλλους daemon για να διαχειρίζεται υπηρεσίες του docker.

Docker image

Μία docker εικόνα (Docker image) είναι ένα read-only πρότυπο που περιέχει ενέργειες για την δημιουργία ενός container. Κατά κύριο λόγο, κάθε image βασίζεται σε κάποιο άλλο με μερικές παραλλαγές. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να βασιστούμε σε μια εικόνα των Debian για να δημιουργήσουμε μια νέα εικόνα η οποία θα εγκαθιστά το wordpress. Μπορούμε είτε να δημιουργήσουμε δικά μας images είτε να χρησιμοποιήσουμε images άλλων χρηστών που έχουν ανεβάσει σε κάποιο registry (Docker Hub).

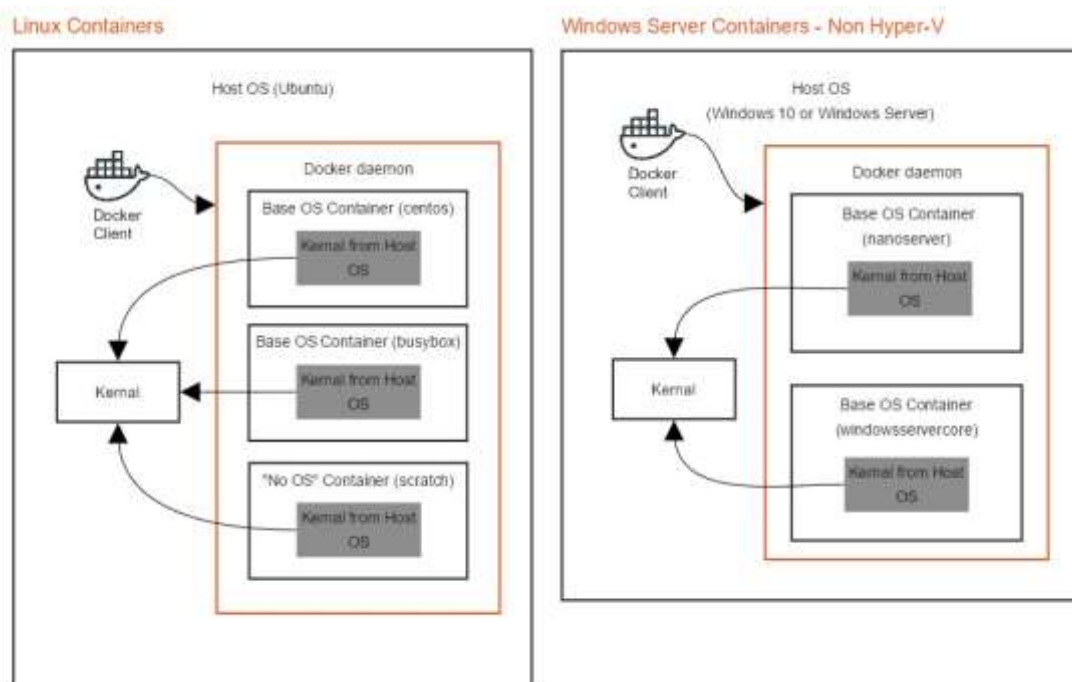
Docker container

Το Docker container είναι ένα κλειστό περιβάλλον στο οποίο εκτελούνται εφαρμογές. Η διαχείριση ένα container γίνεται μέσω του docker api.

Ένα container λειτουργεί απομονωμένα τόσο από άλλα container καθώς και από τον host.

Το container ορίζεται από το image καθώς και από τις ρυθμίσεις του ορίζουμε κατά την δημιουργία του.

Τα container μοιράζονται το kernel με το λειτουργικό σύστημα του host όπως στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 16. Τα container χρησιμοποιούν το kernel του Host OS (Πηγή: <http://www.floydhilton.com/docker/2017/03/31/Docker-ContainerHost-vs-ContainerOS-Linux-Windows.html>)

Docker Registry

Κάθε Docker Registry περιέχει εικόνες docker (docker images). Ένα registry μπορεί να είναι ιδιωτικό (private) ή δημόσιο (public). Χρησιμοποιώντας την εντολή docker pull, το docker θα κατεβάσει τις αιτούμενες εικόνες από το registry. Με την εντολή docker push ανεβάζουμε εικόνες στο registry.

Το προεπιλεγμένο registry του Docker είναι το Docker Hub (<https://hub.docker.com/>) το οποίο είναι ένα public registry που διαχειρίζεται η Docker Inc.

Dockerfile

Το Dockerfile είναι ένα αρχείο που περιέχει οδηγίες για την δημιουργία ενός docker image. Το Dockerfile περιέχει όλες τις εντολές που θα τρέχαμε στην γραμμή εντολών προκειμένου να σχηματίσουμε την εικόνα. Με την εντολή `docker build` δημιουργούμε μια εικόνα από ένα dockerfile.

Docker Compose

Το Compose είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για να εκκινήσουμε εφαρμογές στο Docker που χρησιμοποιούν παραπάνω από ένα container. Με το compose δημιουργούμε ένα YML αρχείο για να ρυθμίσουμε τις υπηρεσίες της εφαρμογής μας και έπειτα με μία εντολή να τις εκκινήσουμε.

Docker Service

Η υπηρεσία Docker (service) μας επιτρέπει να ορίσουμε το πως θέλουμε να τρέξουμε τα container των εφαρμογών μας σε σμήνος-ομάδα (swarm), επίσης μας επιτρέπει να ορίσουμε την επιθυμητή κατάσταση, π.χ. πόσα αντίγραφα της εφαρμογής μας θέλουμε να τρέξουμε συγχρόνως. Η εξισορρόπηση φορτίου γίνεται από προεπιλογή ανάμεσα στους κόμβους-εργάτες (workers) του σμήνους (swarm).

Swarm mode

Ένα Docker Swarm αποτελείται από ένα πλήθος Docker hosts που τρέχουν σε λειτουργία swarm mode είτε ως managers είτε ως workers. Κάθε Docker host μπορεί να είναι manager, workers ή και τα δύο.

3.2 Υποκείμενη τεχνολογία

Namespaces

Το Docker χρησιμοποιεί τη τεχνολογία *namespaces* για να παρέχει απομονωμένο περιβάλλον εργασίας στο container. Κάθε φορά που ξεκινά ένα container, το Docker παρέχει ένα σύνολο από χώρους ονομάτων για το συγκεκριμένο container.

Το Docker Engine χρησιμοποιεί τα ακόλουθα namespaces στα συστήματα Linux:

pid: Απομόνωση διαδικασιών (PID: Process ID).

net: Διαχείριση διεπαφών δικτύου (NET: Networking).

ipc: Διαχείριση πρόσβασης σε πόρους IPC (IPC: InterProcess Communication).

mnt: Διαχείριση σημείων προσάρτησης συστήματος αρχείων (MNT: Mount).

uts: Απομόνωση του πυρήνα και των αναγνωριστικών έκδοσης. (UTS: Unix Timesharing System).

Cgroups

Το Docker Engine στα συστήματα Linux βασίζεται στη τεχνολογία cgroups. Ένα cgroup μπορεί να περιορίζει κάθε εφαρμογή σε ένα συγκεκριμένο σύνολο πόρων. Τα cgroups επιτρέπουν στο Docker Engine να κατανείμει τους διαθέσιμους πόρους σε κάθε container και να επιβάλλει τυχόν περιορισμούς.

Union συστήματα αρχείων

Τα UnionFS, είναι συστήματα αρχείων τα οποία λειτουργούν με τη δημιουργία στρώσεων, καθιστώντας τα γρήγορα και ελαφριά. Η μηχανή του Docker χρησιμοποιεί τα συστήματα αρχείων Union για να παρέχει τα δομικά στοιχεία στα containers.

Container format

Το Docker Engine συνδυάζει τα namespaces, τα cgroups και τα συστήματα αρχείων Union σε ένα πλέγμα που ορίζετε ως μορφή του container. Το libcontainer είναι η προεπιλεγμένη μορφή του container .

3.3 Image layers

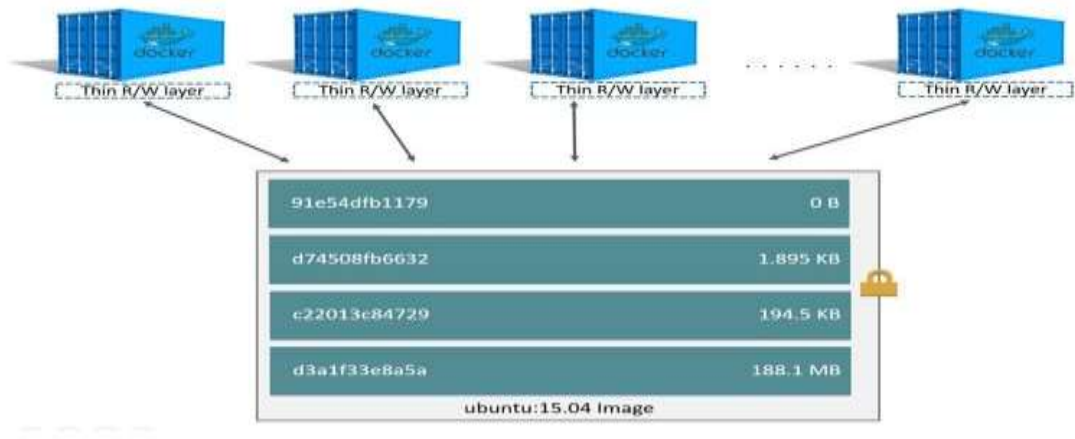
Οι εικόνες (images) αποτελούνται από layers. Σε κάθε layer πλην του τελευταίου επιτρέπεται μόνο η ανάγνωση. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τα layers από τα οποία αποτελείται μια εικόνα των Ubuntu.

Layers	6
30.3 MB	ADD file:3df374a69ce696c21058366678c1ceb89e11349e52decfd35de0ee3bd8dc1162 in /
837 bytes	RUN set -xe && echo '#!/bin/sh' > /usr/sbin/policy-rc.d && echo 'exit 101' >> /usr/sbin/policy-rc.d && chmod +x /usr/sbin/policy-rc.d && dpkg-divert --local --rename --add /sbin/initctl && cp -a /usr/sbin/policy-rc.d /sbin/initctl && sed -i 's/^exit.*/exit 0/' /sbin/initctl && echo 'force-unsafe-io' > /etc/dpkg/dpkg.cfg.d/docker-apt-speedup && echo 'DPkg::Post-Invoke { "rm -f /var/cache/apt/archives/*.deb /var/cache/apt/archives/partial/*.deb /var/cache/apt/*.bin true"; };' > /etc/apt/apt.conf.d/docker-clean && echo 'APT::Update::Post-Invoke { "rm -f /var/cache/apt/archives/*.deb /var/cache/apt/archives/partial/*.deb /var/cache/apt/*.bin true"; };' >> /etc/apt/apt.conf.d/docker-clean && echo 'Dir::Cache::pkgcache ""; Dir::Cache::srcpkgcache "";' >> /etc/apt/apt.conf.d/docker-clean && echo 'Acquire::Languages "none";' > /etc/apt/apt.conf.d/docker-no-languages && echo 'Acquire::GzipIndexes "true"; Acquire::CompressionTypes::Order:: "gz";' > /etc/apt/apt.conf.d/docker-gzip-indexes && echo 'Apt::AutoRemove::SuggestsImportant "false";' > /etc/apt/apt.conf.d/docker-autoremove-suggests
469 bytes	RUN rm -rf /var/lib/apt/lists/*
854 bytes	RUN sed -i 's/^#\s*(deb.*universe\)\$/\1/g' /etc/apt/sources.list
162 bytes	RUN mkdir -p /run/systemd && echo 'docker' > /run/systemd/container
32 bytes	CMD ["/bin/bash"]

Εικόνα 17. Ubuntu image layers (Πηγή:

https://fr.linuxteaching.com/article/docker_inspect_layers)

Οι στρώσεις περιλαμβάνουν μόνο τις διαφορές σε απο την προηγούμενη στρώση. Οι στρώσεις τοποθετούνται μία πάνω στην άλλη. Δημιουργώντας container, προσθέτουμε μια νέα στρώση με δικαιώματα ανάγνωσης και η εγγραφή. Η συγκεκριμένη στρώση συχνά ονομάζεται στρώση του container. Κάθε αλλαγή που γίνεται στο container, π.χ. δημιουργία αρχείων, τροποποίηση υπάρχοντων αρχείων, αποθηκεύονται στη στρώση αυτή. Αν διαγραφεί το container, διαγράφεται και αυτή η στρώση ενώ παράλληλα η εικόνα θα παραμένει χωρίς αλλαγές.



Εικόνα 18. Πολλαπλά containers χρησιμοποιούν το ίδιο Image (Πηγή: https://fr.linuxteaching.com/article/docker_inspect_layers)

3.4 Πλεονεκτήματα Docker

Τα containers υπερτερούν σε πολλούς τομείς σε σχέση με τη παραδοσιακή εικονοποίηση. Το Docker είναι μια από τις καλύτερες επιλογές για τα συστήματα υπολογιστικού νέφους, τα οποία χρήζουν σε αρκετές περιπτώσεις επεκτασιμότητας. Το Docker έχει τη δυνατότητα να εκκινήσει γρήγορα πολλά περισσότερα containers και με πολύ λιγότερους πόρους αντί να χρησιμοποιούνται πολλαπλές εικονικές μηχανές, οι οποίες σπαταλούν τους διαθέσιμους πόρους.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που μπορεί να δώσει λύση το Docker είναι το dependency hell (κόλαση εξαρτήσεων) δηλαδή όταν διαφορετικές εφαρμογές έχουν ως εξάρτηση διαφορετικές εκδόσεις του ίδιου λογισμικού ή βιβλιοθήκης, οι οποίες δεν είναι συμβατές μεταξύ τους και δεν μπορούν να εγκατασταθούν παράλληλα. Με το Docker τα containers περιέχουν όλες τις εξαρτήσεις των εφαρμογών και καθώς είναι απομονωμένα μεταξύ τους, δεν δημιουργείται σύγχυση αν έχουν εγκατασταθεί διαφορετικές εκδόσεις της ίδιας βιβλιοθήκης σε διαφορετικά containers.

Τα βασικά πλεονεκτήματα του Docker είναι τα εξής:

Καλύτερη απόδοση

Αφού τα container δεν χρειάζονται να χρησιμοποιήσουν hypervisor, μπορούμε να έχουμε πολλά περισσότερα container σε σύγκριση με τις εικονικές μηχανές και έτσι αξιοποιούμε καλύτερα τους διαθέσιμους πόρους. Τα containers δεν χρησιμοποιούν πλήρες λειτουργικό σύστημα (OS), οι απαιτήσεις σε πόρους είναι σαφώς λιγότερες σε σχέση με τις εικονικές μηχανές.

Απλή χρήση

Το Docker είναι ιδιαίτερα εύκολο στη χρήση και απλό στην εκμάθηση.

Φορητή Υλοποίηση

Τα containers είναι φορητά, οι εφαρμογές δύναται να ενσωματωθούν σε μια ενιαία μονάδα και μπορούν να αναπτυχθούν σε διάφορα λειτουργικά περιβάλλοντα χωρίς να χρειαστεί να γίνουν αλλαγές σε αυτά.

Τα containers τρέχουν σε Linux, Windows, Mac, σε συστήματα υπολογιστικού νέφους, φυσικούς διακομιστές. Η μεταφορά container από το περιβάλλον της επιφάνειας εργασίας μας στο νέφος και πάλι πίσω πραγματοποιείται σε μικρό χρονικό διάστημα.

Κλιμάκωση

Τα containers είναι ιδανική λύση για εφαρμογές που έχουν σχεδιαστεί για πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους. Μπορούμε να κλιμακώσουμε τα container και να τα ξανά μειώσουμε όταν δεν τα χρειαζόμαστε.

3.5 Εικονικές μηχανές - Containers

Παρακάτω βλέπουμε τη σύγκριση ανάμεσα σε containers και εικονικές μηχανές σε παράγοντες όπως ο χρόνος εκκίνησης, ο χώρος αποθήκευσης η απόδοση, η ασφάλεια.

Παράμετρος	Εικονικές μηχανές	Container
Guest OS	Οι εικονικές μηχανές τρέχουν σε εικονικό υλικό και το kernel φορτώνεται στην δικιά του περιοχή μνήμης.	Τα containers διαμοιράζονται το ίδιο kernel. Το kernel φορτώνεται στην φυσική μνήμη.
Επικοινωνία	Μέσω συσκευών Ethernet.	Στάνταρ IPC μηχανισμοί όπως σήματα, pipes, κ.τ.λ.
Ασφάλεια	Ανάλογα με την υλοποίηση του hypervisor.	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο υποχρεωτικός έλεγχος πρόσβασης.
Απόδοση	Οι εικονικές μηχανές παρουσιάζουν προβλήματα απόδοσης διότι εντολές μηχανής μεταφράζονται από το Guest στο Host λειτουργικό σύστημα.	Την ίδια απόδοση που έχει το Host λειτουργικό σύστημα έχουν σχεδόν και τα container.
Απομόνωση	Δεν είναι εφικτός ο διαμοιρασμός βιβλιοθηκών, αρχείων, ανάμεσα σε εικονικές μηχανές ή ακόμα και ανάμεσα στην εικονική μηχανή και στον host.	Υπάρχει η δυνατότητα διαμοιρασμού αρχείων και βιβλιοθηκών ανάμεσα στα container ή μεταξύ του host λειτουργικού συστήματος και του container.
Χρόνος εκκίνησης	Η εκκίνηση στις εικονικές μηχανές χρειάζεται λίγα λεπτά.	Τα Containers μπορούν να εκκινήσουν σε λίγα μόνο δευτερόλεπτα.
Χώρος αποθήκευσης	Οι εικονικές μηχανές χρειάζονται περισσότερο αποθηκευτικό χώρο διότι το kernel του λειτουργικού συστήματος και τα σχετικά προγράμματα χρειάζονται πάλι να εγκατασταθούν.	Το βασικό λειτουργικό σύστημα είναι κοινόχρηστο και έτσι τα containers χρειάζονται πολύ λιγότερο αποθηκευτικό χώρο.

3.6 Εισαγωγή στο Asterisk

Ο Mark Spencer οδηγήθηκε στην δημιουργία του Asterisk μέσα από την ανάγκη της εταιρείας του για ένα σύστημα δρομολόγησης των τηλεφωνικών της κλήσεων. Η αγορά ενός PBX συστήματος παρουσίαζε μεγάλο κόστος και από τη στιγμή που θα μπορούσε κάποιος να συνδέσει τηλεφωνικές γραμμές σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω καρτών επέκτασης, θα μπορούσε να γίνει εκεί η επεξεργασία των σημάτων μέσω του κατάλληλου λογισμικού. Από εκείνη τη στιγμή ξεκίνησε η κατασκευή του λογισμικού για τις συγκεκριμένες κάρτες, το οποίο θα παρείχε υπηρεσίες μεταγωγής φωνής ώστε να εξαλείψει την ανάγκη αγοράς ενός παραδοσιακού PBX συστήματος. Η πρώτη έκδοση του Asterisk ήταν και το αποτέλεσμα που προέκυψε από αυτήν την προσπάθεια. Ο Mark Spencer συνεργάστηκε με την Zapata Telephony στην κατασκευή ενός συστήματος ενσωματωμένων καρτών επέκτασης πάνω σε υπολογιστές προκειμένου να προκύψει μία πλατφόρμα με δυνατότητα διασύνδεσης σε PSTN δίκτυο

3.7 Περιγραφή του Asterisk

Το Asterisk αποτελεί ένα λογισμικό που υλοποιεί ένα ανοιχτής αρχιτεκτονικής PBX (Private Branch eXchange – ιδιωτικό σύστημα τηλεφωνικού κέντρου) σύστημα. Ουσιαστικά είναι αυτό που όλες οι εταιρίες ονομάζουν Softswitch. Με την εγκατάσταση του συστήματος ο χρήστης έχει ένα πλήρως επεκτάσιμο PBX με αυξημένες δυνατότητες. Το Asterisk μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οικιακούς χρήστες, σε εταιρικά περιβάλλοντα καθώς και από πάροχους υπηρεσιών VoIP. Σε αυτό βοηθάει ότι το Asterisk είναι ένα ανοιχτό σύστημα το οποίο μπορεί να τροποποιηθεί κατάλληλα από τον κάθε χρήστη.

Το Asterisk παρέχει υπηρεσίες αντίστοιχες εκείνων των softswitches τα οποία πωλούνται από εταιρίες όπως Cisco, Siemens, Alcatel και Nokia. Σε σύγκριση με τα κλασικά PBX το Asterisk παρέχει επιπλέον δυνατότητες με πιο βασική την διασύνδεση μεταξύ PSTN δικτύων και VoIP .

3.8 Εκδόσεις Asterisk

Η Digium είναι η βασική υπεύθυνη εταιρία για την εξέλιξη του Asterisk καθώς έχει συμβάλει ουσιαστικά στην προώθηση του και στη κατασκευή των καρτών που χρησιμοποιεί. Η εταιρεία προσφέρει το λογισμικό σε τρεις διαφορετικές εκδόσεις:

Asterisk Business Edition

Είναι η έκδοση η οποία απευθύνεται κατά κύριο λόγο σε μεγάλους οργανισμούς και δεν διατίθεται δωρεάν. Εταιρείες που χρησιμοποιούν την έκδοση GPL, καθώς δεν θέλουν να διαρρεύσει ο πηγαίος κώδικας που λειτουργούν με το Asterisk επιλέγουν τη συγκεκριμένη λύση. Στην έκδοση GPL κάθε προσθήκη που γίνεται στον κώδικα του Asterisk θα πρέπει να είναι διαθέσιμη και για κάθε χρήστη που χρησιμοποιεί αυτή την έκδοση.

Asterisk OEM

Είναι η έκδοση αυτή που χρησιμοποιούν οι κατασκευαστές PBX συστημάτων.

Asterisk ανοιχτού κώδικα (open source)

Η έκδοση αυτή προσφέρεται δωρεάν και κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να τροποποιεί το λογισμικό ανάλογα με τις ανάγκες του. Η έκδοση αυτή παρέχεται στους χρήστες σε iso αρχείο όπου όλα τα απαραίτητα αρχεία (Linux, FreePBX) περιλαμβάνονται μέσα σε αυτό ή σε πηγαίο κώδικα.

3.9 Hardware που χρησιμοποιείται στο Asterisk

Προηγουμένως αναφέραμε πως η επεκτασιμότητα του Asterisk στηρίζεται σε κάρτες. Οι τηλεφωνικές αυτές κάρτες κατασκευάζονται συνήθως από τη Sangoma και την Varium. Οι συγκεκριμένες κάρτες ακολουθούν, τη λογική ανοιχτού κώδικα και έτσι έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις των χρηστών. Η προσπάθεια κατασκευής καρτών του Asterisk ξεκίνησε από τον Jim Dixon στο project Zapata. Είναι χαρακτηριστικό των καρτών που χρησιμοποιεί ο Asterisk ότι δεν ενσωματώνουν DSP (Digital Signal Processing) αλλά χρησιμοποιούν τον επεξεργαστή του υπολογιστή στον οποίο είναι τοποθετημένες για την επεξεργασία ροών δεδομένων και για τις σχετικές μετατροπές στα διάφορα χρησιμοποιούμενα codecs. Το κύριο πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής είναι το μειωμένο κόστος των καρτών που φτάνει το ένα έκτο της τιμής μιας αντίστοιχης κάρτας DSP. Από την άλλη το μειονέκτημα που προκύπτει είναι η μεγάλη εξάρτηση που έχουν από τον επεξεργαστή, καθώς προκύπτει επίπτωση στην ποιότητα του ήχου αν δεν καταφέρουν την βέλτιστη χρήση της CPU.

3.10 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Asterisk

Το βασικό πλεονέκτημα του Asterisk σε σχέση με τα υπόλοιπα εμπορικά softswitches (MediaCore, iTel Switch, Sippy Softswitch κ.α) είναι ότι αποτελεί λογισμικό ανοιχτού κώδικα πράγμα που σημαίνει ότι το κόστος του είναι αρκετά μικρότερο αλλά και ότι ο χρήστης μπορεί να παραμετροποιήσει στο σύστημα σύμφωνα με τις δικές του ανάγκες. Φυσικά από την άλλη για την εγκατάσταση του Asterisk απαιτούνται κάποιες εξειδικευμένες γνώσεις από τον διαχειριστή. Όσον αφορά τα προβλήματα που δύναται να προκύψουν ο διαχειριστής μπορεί να αναζητεί στα φόρουμ βοήθεια αλλά και αυτό απαιτεί γνώσεις και χρόνο. Για το λόγο αυτό τα εμπορικά προϊόντα είναι ακριβότερα και διαθέτουν ένα ολοκληρωμένο πακέτο που περιλαμβάνει την εγκατάσταση ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη καθώς και πλήρη υποστήριξη κατά την χρήση του συστήματος. Συνήθως οι οργανισμοί αναθέτουν την εγκατάσταση και την υποστήριξη κατά την διάρκεια της χρήσης του σε εταιρίες που ειδικεύονται σε αυτό. Τέλος το Asterisk συγκριτικά με ένα παραδοσιακό PBX υπερτερεί, παρέχοντας δυνατότητες όπως ηχογράφηση κλήσεων και IVR (Interactive Voice Response).

3.10.1 Πλεονεκτήματα

Κόστος.

Το Asterisk σε σχέση με ένα εμπορικό softswitch έχει μικρότερο κόστος. Αντίθετα το κόστος ενός παραδοσιακού PBX σε σχέση με το κόστος ενός συστήματος Asterisk που περιλαμβάνει τις απαραίτητες διεπαφές και τις τηλεφωνικές συσκευές είναι ελάχιστα φτηνότερο. Εκεί που υπερέχει το Asterisk είναι το γεγονός ότι ενσωματώνει προηγμένα χαρακτηριστικά όπως είναι το voicemail, η λειτουργία ACD (Automatic Call Distribution), IVR (Interactive Voice Response) και CTI (Computer-Telephony Integration).

DialPlan.

Το Asterisk έχει αρκετά εύκολο dialplan σε χειρισμό ειδικότερα σε εκδόσεις με γραφικό περιβάλλον (πχ Freepbx) και παρέχει ευελιξία στον χρήστη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η επιλογή βέλτιστης δρομολόγησης (LCR-Least Cost Routing) καθώς είναι μία εύκολη και οικονομική διαδικασία σε σχέση με τα παραδοσιακά PBX.

Ευκολία στην προσαρμογή.

Μέσα από τις δυνατότητες επέκτασης που υπάρχουν (Κάρτες, Scripts μέσω AGI ή AMI) και λόγω του γεγονότος ότι το Asterisk είναι ανοιχτού κώδικα δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να δημιουργήσει ένα σύστημα σύμφωνα με τις ανάγκες του. Συνήθως οι πάροχοι υπηρεσιών Asterisk δεν παρέχουν στους χρήστες τον κωδικό του συστήματος γιατί πολύ απλά ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέτει εφαρμογές παράλληλα με τις ήδη εγκατεστημένες.

Ενσωματωμένες εφαρμογές.

Η πλατφόρμα του Asterisk περιλαμβάνει πλήθος ενσωματωμένων εφαρμογών π.χ. Voicemail, CTI (Computer Telephony Integration), ACD (Automatic Call Distribution), IVR (*Interactive Voice Response*), και ηχογράφηση συνομιλιών.

Δυνατότητα δημιουργίας νέων εφαρμογών.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το Asterisk είναι μία πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα. Ο πηγαίος κώδικας του Asterisk είναι γραμμένος σε γλώσσα ANSI C. Η δημιουργία εφαρμογών στο Asterisk είναι μια εύκολη διαδικασία με την χρήση scripting και με τη χρήση AMI (Asterisk Manager Interface) και AGI (Asterisk Gateway Interface) διεπαφών.

Υποστήριξη.

Λόγω της μεγάλης διάδοσης του Asterisk έχει δημιουργηθεί μία μεγάλη και ενεργή κοινότητα από χρήστες που μπορούν να εντοπίσουν γρήγορα τυχόν προβλήματα. Η κοινότητα αυτή των χρηστών επικοινωνεί μέσω διαφόρων sites και forums.

3.10.2 Μειονεκτήματα

Bugs λογισμικού.

Τα bugs εντοπίζονται κατά την χρήση του Asterisk από τους ίδιους τους χρήστες και όχι πριν από την επίσημη κυκλοφορία του λογισμικού σε αντίθεση με τα εμπορικά softswitches, όπου η κάθε έκδοση περνάει από ποιοτικούς ελέγχους πριν από την παράδοσή της στον τελικό χρήστη.

Υποστήριξη του Asterisk.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω υπάρχει πλήθος ιστοσελίδων και forums που υποστηρίζουν το Asterisk, όμως απαιτείται χρόνος και τεχνογνωσία από τους χρήστες ώστε να μπορέσουν να επιλύσουν τα τυχόν προβλήματα. Εταιρίες που ασχολούνται με το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχουν ολοκληρωμένα πακέτα τεχνικής υποστήριξης στους πελάτες έναντι αμοιβής.

3.11 Η Αρχιτεκτονική του Asterisk

Η γενική αρχή σχεδίασης του Asterisk είναι η συνδεσιμότητα και η ευελιξία, όπου ορισμένα APIs καθορίζουν στον πυρήνα του. Η αρχιτεκτονική του Asterisk του επιτρέπει να χειρίζεται με ευκολία τις εσωτερικές διασυνδέσεις ανεξάρτητα από κωδικοποιήσεις και πρωτόκολλα καθώς επίσης να χρησιμοποιήσει τα διαθέσιμα υλικά και τεχνολογίες που θα αναπτυχθούν στο μέλλον.

3.11.1 Ο πυρήνας του Asterisk

Ο πυρήνας του Asterisk αποτελείται από τις παρακάτω λογικές οντότητες:

PBX Switch Core

Κύρια λειτουργία του Asterisk είναι αυτή του συστήματος PBX. Η δουλειά του πυρήνα μεταγωγής είναι η σύνδεση μεταξύ των χρηστών από τις διεπαφές που περιέχει το λογισμικό.

Codec Translator

Χρησιμοποιεί modules για την κωδικοποίηση και την αποκωδικοποίηση διαφόρων τύπων συμπίεσης ήχου που εφαρμόζονται στην τηλεφωνία. Υποστηρίζονται διάφοροι codecs για να μπορέσει να επιτευχθεί μία ισορροπία μεταξύ ποιότητας ήχου και βέλτιστης χρήσης του εύρους ζώνης.

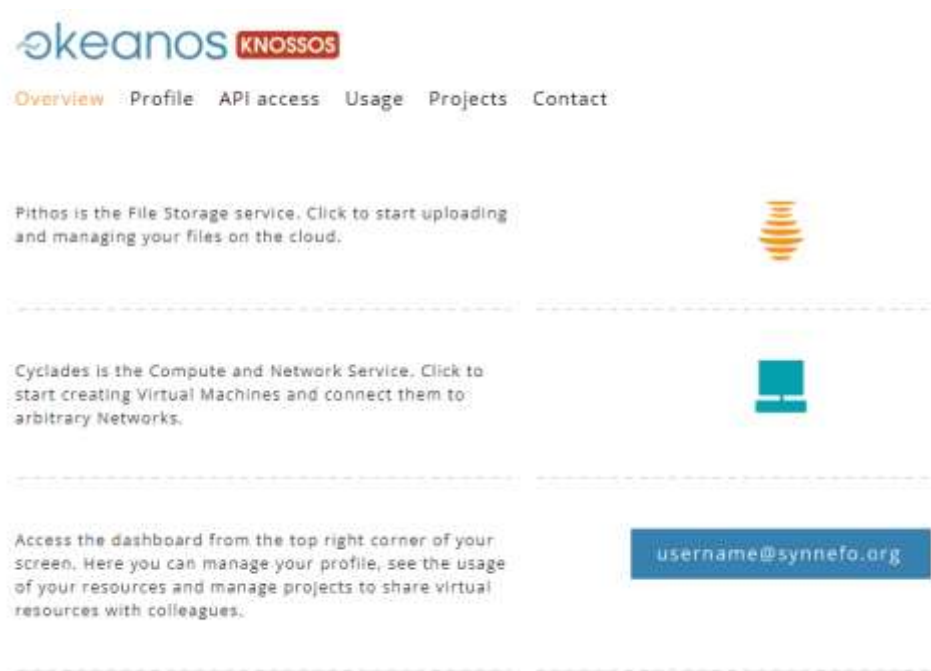
I/O Manager and Scheduler

Αναλαμβάνει λειτουργίες χρονοπρογραμματισμού επιτρέποντας την επίτευξη της βέλτιστης επίδοσης σε κάθε περίπτωση φόρτου εργασίας.

Κεφάλαιο 4 : Μελέτες Περίπτωσης (Case Studies)

4.1 Σύνδεση με την Υπηρεσία Okeanos

Η υπηρεσία Okeanos διατίθεται στην ελληνική ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα. Οπότε, για να είναι δυνατή η χρήση της, θα πρέπει ο κάθε χρήστης να ανήκει σε ένα σχετικό ίδρυμα ή οργανισμό προς τον οποίο απευθύνεται η διάθεση της χρήσης της. Για τη δημιουργία λογαριασμού θα συνδεθούμε στη διεύθυνση: <https://okeanos.grnet.gr>. Επιλέγουμε Create An Account Now Το σύστημα μας δίνει δύο επιλογές: Academic και Classic. Επιλέγουμε Academic. Αφού εισαχθούμε (Sign In) στο περιβάλλον της υπηρεσίας Okeanos, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μενού της αρχικής οθόνης (dashboard) για να περιηγηθούμε στις διαθέσιμες υπηρεσίες:



Εικόνα 19: Αρχική ιστοσελίδα της υπηρεσίας Okeanos

Οι βασικές υπηρεσίες που παρέχει το μοντέλο IaaS της γενικής υπηρεσίας Okeanos είναι η υπηρεσία αποθήκευσης δεδομένων Pithos και η υπηρεσία Cyclades, όπου παρέχεται η υποδομή για τη δημιουργία εικονικών μηχανών. Πριν επικεντρωθούμε στην υπηρεσία Cyclades, που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια, είναι χρήσιμο να εξηγηθεί η έννοια των διαθέσιμων πόρων (resources). Οι πόροι των υπολογιστικών συστημάτων είναι περιορισμένοι. Για το λόγο αυτό, οι πόροι ενός κεντρικού υπολογιστικού συστήματος (π.χ. data center) δεν διατίθενται χωρίς όριο.

Ο κάθε χρήστης, μετά τη σύνδεσή του με το σύστημα, έχει είτε ελάχιστους είτε καθόλου διαθέσιμους πόρους για την εγκατάσταση εικονικών μηχανών. Επιλέγοντας Usage, μπορεί κανείς να εξετάσει πόρους (είδη και αντίστοιχα μεγέθη) που είναι διαθέσιμοι σε αυτόν. Οι πόροι καταμετρώνται για κάθε project, στο οποίο συμμετέχει ο χρήστης. Το project έχει την έννοια του έργου. Γίνεται μια εκχώρηση πόρων για να χρησιμοποιηθούν για ένα κοινό σκοπό όπως μια ερευνητική δουλειά.

PROJECTS

Okeanos-knossos gives the opportunity to Greek Academic or Research Organizations/Institutions/Faculty to run their own projects remotely on virtual Infrastructure. Simple, fast, and with minimal to no cost at all.

[How It works >](#)

CREATE

Create a new Project. Name it, describe its purpose, choose virtual resources to be granted to members, and submit. Your application will be reviewed, and if accepted, you and your colleagues are ready to deploy!

[create a project >](#)

JOIN

Request to be a member of an existing Project and instantly gain access to the resources it has to offer you. Search for public Projects, or submit a join request to a private Project, if you think its administrators will accept you. In short: try to join now.

[join a project >](#)

MY PROJECTS

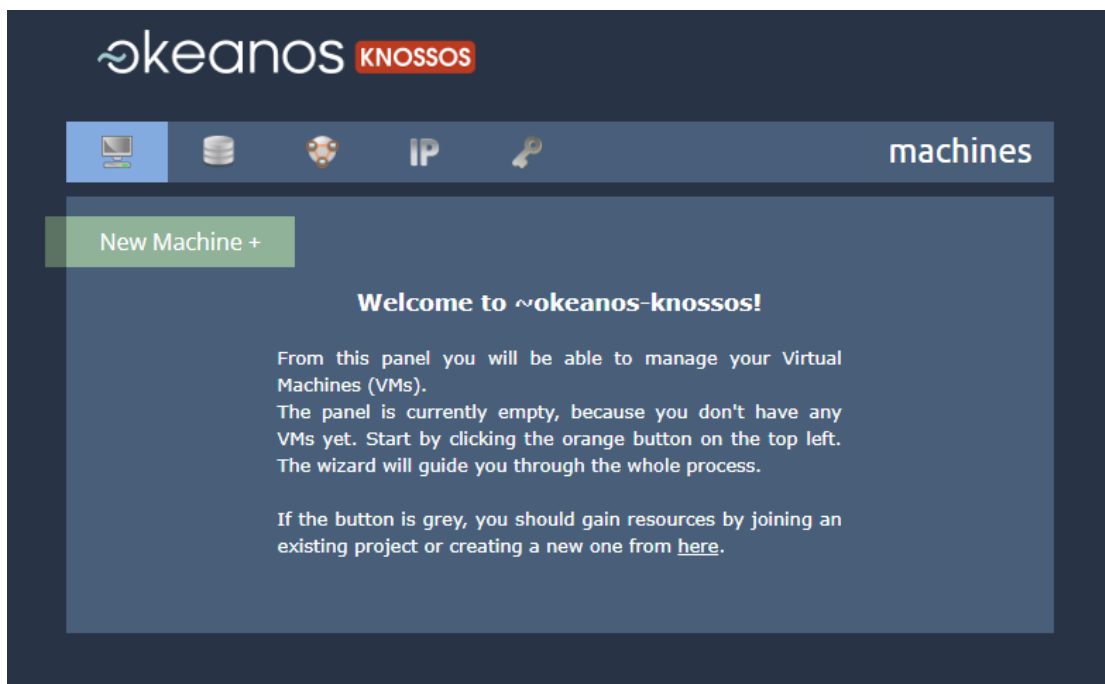
Search:

Name	Status	Application	Expiration	Members	Action
Freeptx.backup.hua	Pending	22/10/2021	15/12/2022	0	
Freeptx.hua.gr	Active	14/10/2021	11/11/2022	1	Leave
System project	Accepted member	14/10/2021	14/10/2121	1	

Εικόνα 20: Αρχική σελίδα των Projects

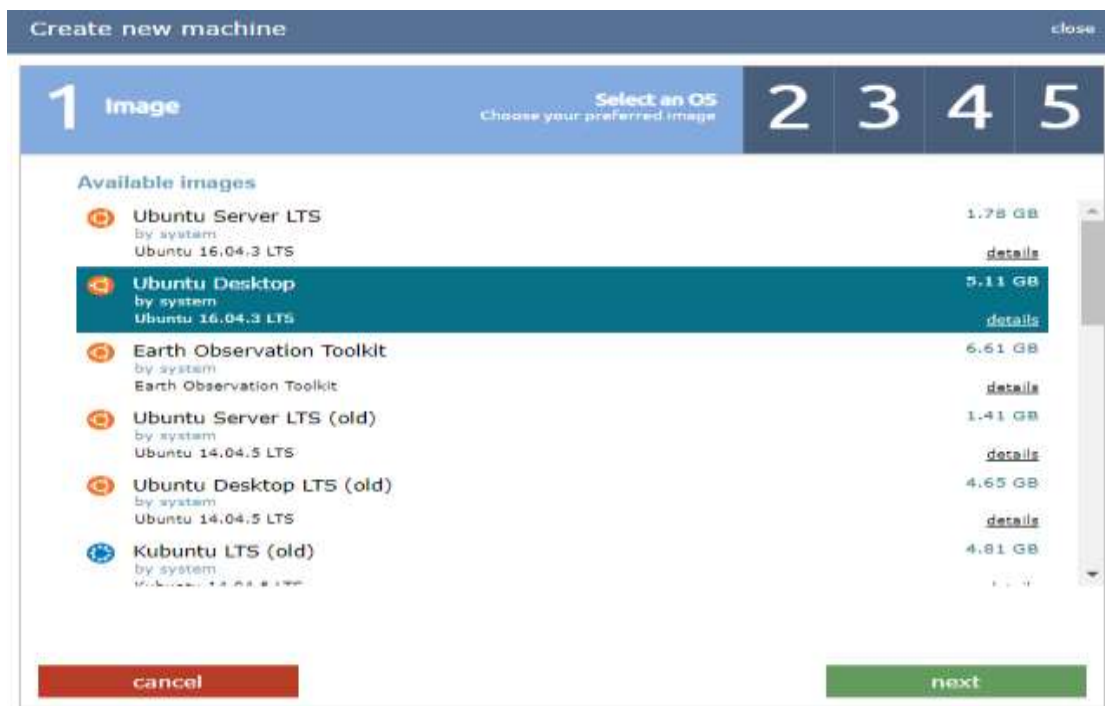
4.2 Δημιουργία Εικονικής Μηχανής με Λ.Σ. Linux

Για τη δημιουργία της εικονικής μηχανής με λειτουργικό σύστημα Linux, θα χρησιμοποιηθεί το αντίστοιχο image που διατίθεται από την υπηρεσία του Οκεανού. Στην κεντρική κονσόλα της υπηρεσίας Knossos, επιλέγουμε New machine:



Εικόνα 21: Κεντρική κονσόλα της υπηρεσίας Knossos

Με την επιλογή New Machine, θα εμφανιστεί αναδυόμενο παράθυρο με τα Images που διατίθενται προς εγκατάσταση. Από την κατηγορία System Images, επιλέγουμε Ubuntu Desktop και ακολούθως πατάμε το κουμπί Next:



Εικόνα 22: Επιλογή Ubuntu Desktop image

Στη συνέχεια, θα πρέπει να καθοριστεί η διαμόρφωση της εικονικής μηχανής, μέσω των πόρων που θα της διατεθούν. Επειδή οι πόροι διατίθενται ανά project, θα πρέπει αρχικά να επιλεγεί από το drop down list το project (εξ αρχής είναι επιλεγμένο το System project) του οποίου πόρους επιθυμούμε να καταναλώσουμε.

The screenshot shows the 'Create new machine' interface, specifically the 'Flavor' selection step. At the top, there's a header bar with 'Create new machine' and a 'close' button. Below it, a progress bar indicates five steps: 1, 2 (Flavor), 3, 4, and 5. Step 2 is active. A dropdown menu shows 'Freepbx.hua.gr'. On the left, under 'Predefined', are 'Small', 'Medium', and 'Large'. The main configuration area has four sections: 'CPUs' (2 left) with buttons for 2, 4, 8, and 16; 'Memory size' (4.00 GB left) with buttons for 2GB, 4GB, 8GB, and 16GB; 'Disk size' (40.00 GB left) with a button for 30GB; and 'Storage' with a button for 'SSD w/ Cache'. Each section has a 'Choose...' link. At the bottom are 'previous' and 'next' buttons.

Εικόνα 23: Επιλογή και εκχώρηση πόρων

Επιλέγουμε τους επιθυμητούς πόρους, που κατ' ελάχιστο θα πρέπει να είναι: CPUs: 2 Memory size: 2GB (προτείνονται 4) Disk size: 20GB (προτείνονται 30, αν ο συνολικός διαθέσιμος χώρος είναι μεγαλύτερος από 60GB) Στη συνέχεια, θα πρέπει να επιλεγεί η δημόσια IP διεύθυνση που θα εκχωρηθεί στη μηχανή, μέσω της οποίας δηλαδή θα είναι δημόσια προσβάσιμη η εικονική μηχανή. Το σύστημα θα διαθέσει αυτόματα μια διεύθυνση τύπου IPv6. Για να εκχωρήσουμε στην μηχανή μια επιπλέον διεύθυνση τύπου IPv4, είτε επιλέγουμε μια διαθέσιμη από τη λίστα που εμφανίζεται (εικόνα 1.5) είτε, αν δεν υπάρχει κάποια διαθέσιμη, επιλέγουμε create new, ώστε να δημιουργηθεί μια διεύθυνση (εφόσον το επιτρέπουν οι διαθέσιμοι πόροι) και στην συνέχεια την επιλέγουμε. Τέλος, πατάμε το κουμπί Next.

Create new machineclose

1

2

3 Networking


Networking configuration
Connect machine to networks


4

5

Available networks

Select the networks you want your machine to get connected to.

☒  Internet (public IPv6)

☒  Internet (public IPv4)

☒ 83.212.74.144 Freepbx.hua.gr

previous

next

Εικόνα 24: Εκχώρηση IP διευθύνσεων

Έχουμε τη δυνατότητα να δώσουμε ένα όνομα της επιλογής μας στην εικονική μηχανή που πρόκειται να δημιουργηθεί. Με το όνομα αυτό θα παρουσιάζεται, στη συνέχεια, στην αρχική οθόνη της υπηρεσίας Knossos.

Create new machine

close

1

2

3

4 Personalize

Virtual machine custom options

Virtual machine custom options

5

Machine name

Freepbx server

Public SSH keys

Your account contains the following SSH public keys. Select one or more to activate in your new machine. You will then be able to ssh with the corresponding private key without a password.

freepbx

Suggested tags

You may change machine tags later from the machines view.

Role

Database server

File server

Mail server

Web server

Proxy

previous

next

Εικόνα 25: Ονομασία μηχανής

Πατώντας Next, εμφανίζεται μια σύνοψη των ως τώρα επιλογών μας, προκειμένου μετά από μια προσεκτική επισκόπησή τους να επιβεβαιώσουμε ότι αυτές που θέλουμε πραγματικά. Εάν οι επιλογές είναι οι επιθυμητές, δημιουργούμε τη μηχανή πατώντας Create Machine Now.

Create new machine

close

1

2

3

4

5 Confirm

Confirm your settings

Confirm that the options you have selected are correct

Machine name

Freepbx server

Image

Ubuntu Desktop

Ubuntu 16.04.3 LTS

OS

Ubuntu

Size

5.11 GB

GUI

MATE

Kernel

4.4.0-66-generic

Flavor

CPU's

2x

Memory

4096 MB

Disk

30.00 GB

Storage type

uRBD w/ Cache

SSH Keys

freepbx

IP Addresses

83.212.74.144

Freepbx.hua.gr

Machine Tags

No tags selected

Networks

No private networks selected

Project

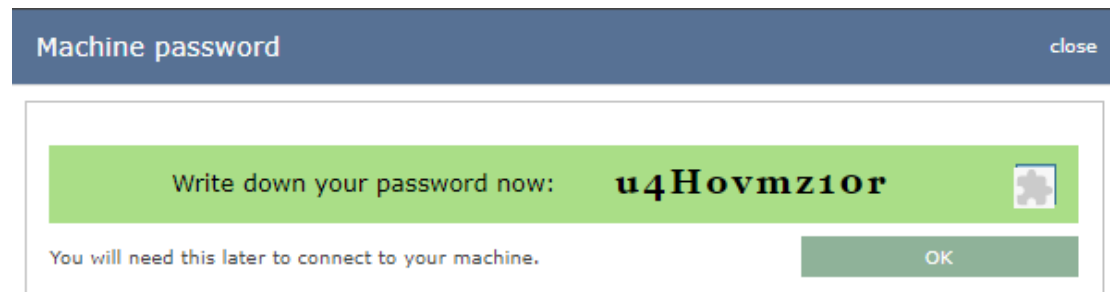
Freepbx.hua.gr

previous

create machine

Εικόνα 26: Ανασκόπηση επιλογών

Με την εκκίνηση της δημιουργίας της μηχανής, το σύστημα μας εμφανίζει σε ένα πληροφοριακό πλαίσιο το συνθηματικό (password) του διαχειριστή, το οποίο θα πρέπει να καταγράψουμε, καθώς απαιτείται για την πρώτη σύνδεση με τη μηχανή. Κατόπιν, μπορεί να αλλάχτεί.



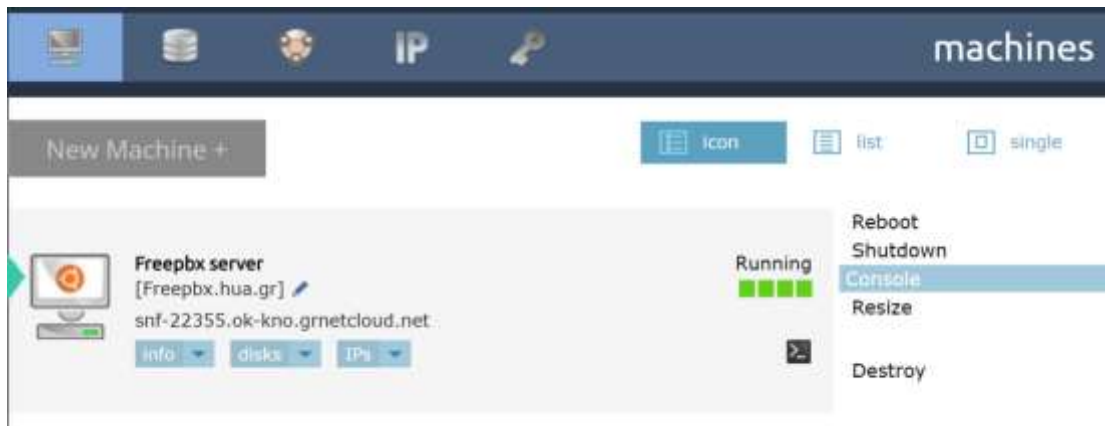
Εικόνα 27: Εμφάνιση συνθηματικού

Κατά την εξέλιξη της διαδικασίας δημιουργίας της εικονικής μηχανής, βλέπουμε το περιεχόμενο της Εικόνας 1.9:



Εικόνα 28: Δημιουργία εικονικής μηχανής

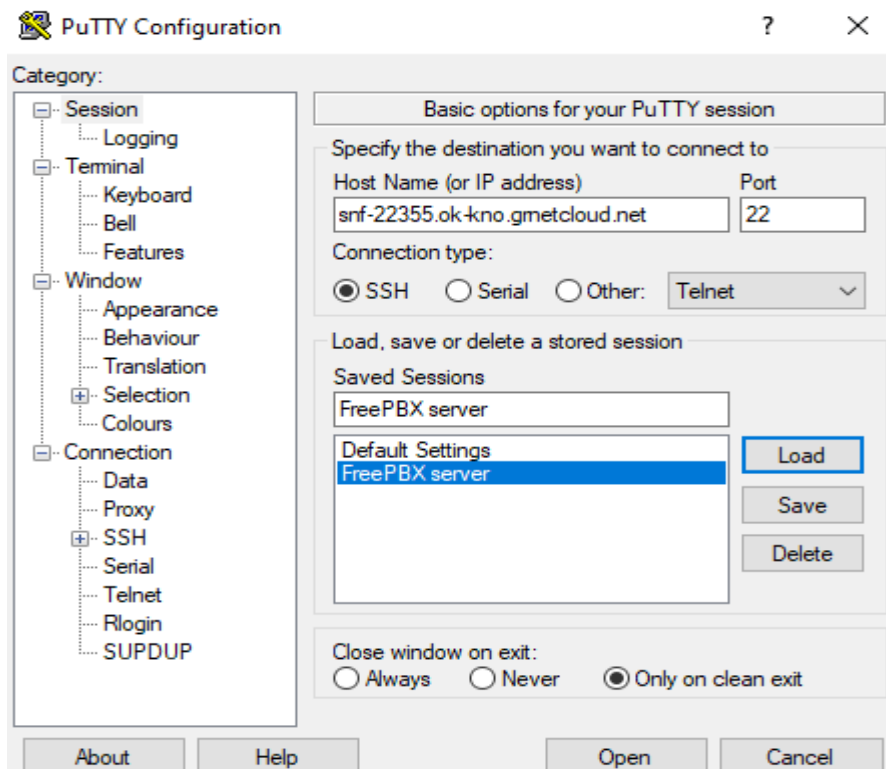
Με την ολοκλήρωση της δημιουργίας της εικονικής μηχανής, η κατάσταση της μηχανής από «Building» γίνεται «Running». Περνώντας τον κέρσορα του ποντικιού πάνω από τη μηχανή, εμφανίζονται οι επιλογές για επανεκκίνηση («Reboot»), για τερματισμό («Shutdown») της μηχανής, για εμφάνιση της κονσόλας («Console») σε περίπτωση απώλειας της δυνατότητας απομακρυσμένης σύνδεσης, καθώς και για τροποποίηση («Resize») των μεγεθών των δεσμευμένων πόρων της μηχανής.



Εικόνα 29: Επιλογές διαχείρισης μηχανής

4.3 Απομακρυσμένη Σύνδεση με τις Εικονικές Μηχανές

Μπορούμε να συνδεθούμε απομακρυσμένα με το VM κάνοντας χρήση του ασφαλούς πρωτοκόλλου SSH και της κατάλληλης εφαρμογής που το υλοποιεί στον τοπικό μας υπολογιστή (Putty). Χρησιμοποιώντας την public IP διεύθυνση ή το όνομα (hostname) της μηχανής, όπως εμφανίζεται στην κονσόλα της υπηρεσίας. Κατά την πρώτη είσοδο στην υπηρεσία, εισάγουμε ως όνομα χρήστη (user name) Root και ως συνθηματικό (password) αυτό που καταγράψαμε κατά τη δημιουργία της μηχανής.



Εικόνα 30: Εφαρμογή putty για σύνδεση μέσω SSH

Τέλος, για να αλλάξουμε το συνθηματικό μας, εκτελούμε την εντολή `passwd`, οπότε θα ζητηθεί να πληκτρολογήσουμε το νέο password δύο φορές.

```
user@snf-22355:~$ passwd
```

Changing password for user.

(current) UNIX password:

4.4 Εγκατάσταση Docker σε περιβάλλον Ubuntu



Πρώτα απ' όλα πρέπει να πραγματοποιήσουμε μια ενημέρωση των πακέτων μας, οπότε πρέπει να ανοίξουμε ένα τερματικό και σε αυτό θα εκτελέσουμε τις ακόλουθες εντολές:

```
sudo su
```

```
sudo apt update
```

Είναι απαραίτητο να εγκαταστήσουμε ορισμένα πακέτα για την εγκατάσταση του Docker, χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες εντολές:

```
sudo apt install apt-transport-https ca-certificates curl software-properties-common
```

```
curl -fsSL https://download.docker.com/linux/ubuntu/gpg | sudo apt-key add -
```

```
sudo add-apt-repository "deb [arch=amd64] https://download.docker.com/linux/ubuntu focal stable"
```

```
sudo apt update
```

```
apt-cache policy docker-ce
```

```
sudo apt install docker-ce
```

Για να διασφαλίσουμε ότι το Docker είναι πλήρως λειτουργικό, πρέπει να ελέγξουμε την κατάσταση της υπηρεσίας:

```
systemctl status docker
```

```
● docker.service - Docker Application Container Engine
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/docker.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Ter 2021-10-27 11:41:56 EEST; 11min ago/contai
     Docs: https://docs.docker.com
  Main PID: 31846 (dockerd)dockerd[31846]: time="2021-10-27T11:41:55.497202678+03
    CGroup: /system.slice/docker.service: time="2021-10-27T11:41:55.577680269+03
            └─31846 /usr/bin/dockerd -H fd:// --containerd=/run/containerd/containerd.sock
```

Εικόνα 31: Έλεγχος κατάστασης Docker

4.5 High Availability Freepbx Server



Το Docker Swarm είναι μια τεχνική για τη δημιουργία ενός cluster από Docker Engines. Τα Docker engines μπορούν να φιλοξενηθούν σε διαφορετικούς απομακρυσμένους κόμβους συνδεδεμένα σε λειτουργία Swarm πετυχαίνοντας έτσι υψηλή διαθεσιμότητα (high availability) χωρίς χρόνο διακοπής λειτουργίας. Το Docker Swarm κάνει αυτόματη εξισορρόπηση φορτίου (load-balancing) με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ανάγκη για αλλαγή δρομολόγησης σε άλλους κόμβους όταν κάποιος από αυτούς αποτυγχάνει. Η αποκεντρωμένη πρόσβαση (Decentralized access) είναι ένα ακόμη πλεονέκτημα καθώς όλοι οι κόμβοι είναι εύκολα προσβάσιμοι από τον docker manager του cluster ο οποίος σαν διαχειριστής θα ελέγχει τους κόμβους σε τακτική βάση και θα παρακολουθεί την υγεία-κατάστασή τους για να αντιμετωπίσει τυχόν διακοπή λειτουργίας.

Το instance που ξεκινά το docker Swarm γίνεται ο διαχειριστής (manager). Η εντολή για την εκκίνηση είναι:

```
docker swarm init --advertise-addr 83.212.74.153
```

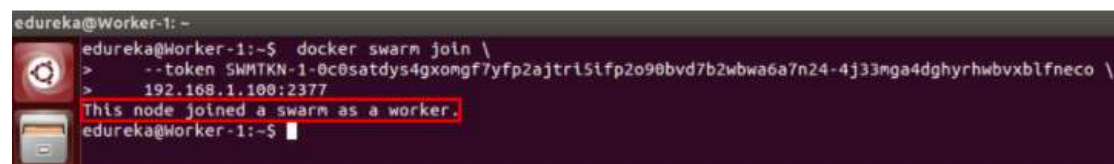
Το flag «83.212.74.153» χρησιμοποιείται απο τον manager για να διαφημίσει σε άλλους κόμβους που θέλουν να ενταχθούν στο cluster.



```
edureka@Manager-1: ~  
edureka@Manager-1:~$ docker swarm init --advertise-addr 192.168.1.100  
Swarm initialized: current node (66g3p9w7ymtghsfbga0bgkpx) is now a manager.  
  
To add a worker to this swarm, run the following command:  
  
    docker swarm join \n    --token SWMTKN-1-0c0satdys4gxongf7yfp2ajtri5ifp2o90bvd7b2wbwa6a7n24-4j33nga4dghyrhwbvxbfneco \n    192.168.1.100:2377  
  
To add a manager to this swarm, run 'docker swarm join-token manager' and follow the instructions.  
edureka@Manager-1:~$
```

Εικόνα 32: Manager ip address

Όταν ξεκινά το Swarm cluster, δημιουργείται ένα διακριτικό απο τον manager. Αυτό το διακριτικό πρέπει να χρησιμοποιηθεί από άλλους κόμβους για να ενταχθούν στο cluster. Αντιγράφουμε το διακριτικό που δημιουργήθηκε στο docker engine του manager και κάνουμε επικόλληση στη μηχανή docker του νέου κόμβου ο οποίος πλέον λειτουργεί ως worker.

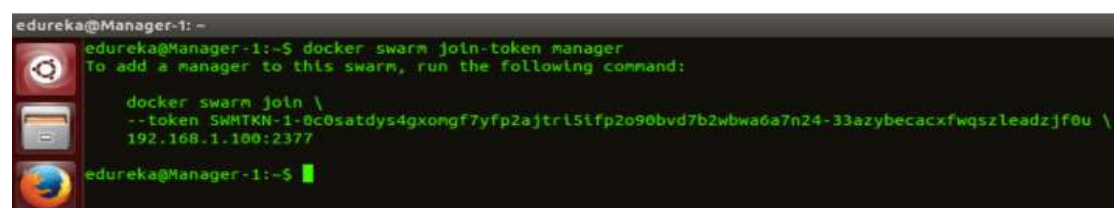


```
edureka@Worker-1: ~  
edureka@Worker-1:~$ docker swarm join \n> --token SWMTKN-1-0c0satdys4gxongf7yfp2ajtri5ifp2o90bvd7b2wbwa6a7n24-4j33nga4dghyrhwbvxbfneco \n> 192.168.1.100:2377  
This node joined a swarm as a worker.  
edureka@Worker-1:~$
```

Εικόνα 33: Δημιουργία worker

Οποιοσδήποτε κόμβος συμμετέχει στο cluster μπορεί αργότερα να προωθηθεί σε manager με την παρακάτω εντολή

```
docker swarm join-token manager
```



```
edureka@Manager-1: ~  
edureka@Manager-1:~$ docker swarm join-token manager  
To add a manager to this swarm, run the following command:  
  
    docker swarm join \n    --token SWMTKN-1-0c0satdys4gxongf7yfp2ajtri5ifp2o90bvd7b2wbwa6a7n24-33azybecacxfwqsleadzjf0u \n    192.168.1.100:2377  
edureka@Manager-1:~$
```

Εικόνα 34: Ενταξη worker ως manager

Για να ελέγξουμε πόσοι κόμβοι έχουν ενταχθεί στο cluster και την κατάστασή τους. Η εντολή είναι:

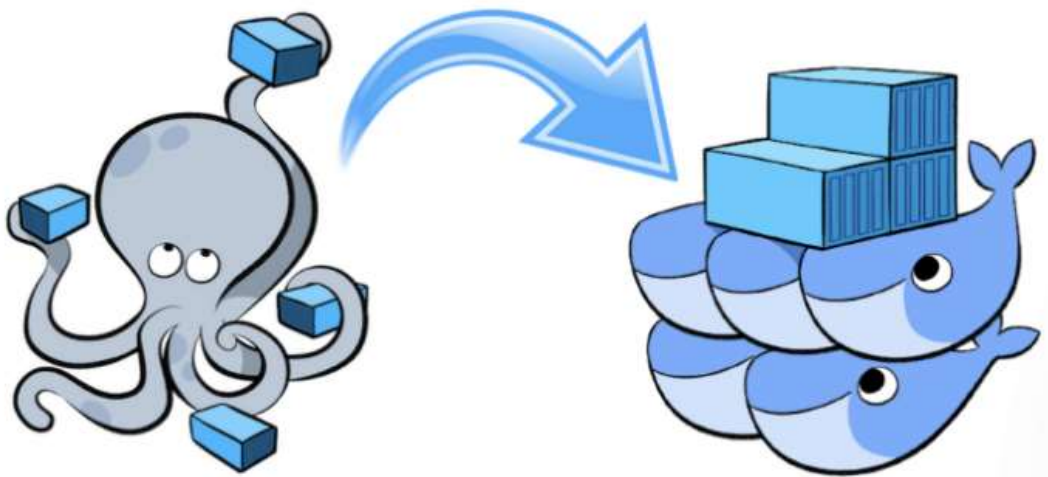
```
docker node ls
```

```
edureka@Manager-1: ~$ docker node ls
```

ID	HOSTNAME	STATUS	AVAILABILITY	MANAGER STATUS
66g3p9w7ymtghsfbga8bgkp6x *	Manager-1	Ready	Active	Leader
x9dmnp248u65tc2rx8rr1l4ga	Worker-2	Ready	Active	
yopydvu5h1kofkM4rh01lzt27	Worker-1	Ready	Active	

Εικόνα 35: Έλεγχος cluster

4.6 Docker Stack σε Docker Swarm



Όταν εκτελείται το Docker Engine σε λειτουργία swarm, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το docker stack deploy για να αναπτύξουμε μια πλήρη στοίβα εφαρμογών στο swarm. Η εντολή deploy δέχεται μια περιγραφή στοίβας με μορφή αρχείου τύπου Compose. Η εντολή docker stack deploy υποστηρίζει οποιοδήποτε αρχείο Compose έκδοσης "3.0" ή νεότερης. Το Docker stack είναι μια συλλογή υπηρεσιών που συνθέτουν μια εφαρμογή σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Η επέκταση του αρχείου stack είναι τύπου yaml file.

Έχοντας εγκαταστήσει το λογισμικό Docker μπορούμε πλέον να κατεβάσουμε από το αποθετήριο τοπικά το κώδικα και να κάνουμε deploy την εφαρμογή μας στο Server

που λειτουργεί ως manager σε λειτουργία swarm. Οι εντολές που πρέπει να εκτελεστούν :

```
mkdir docker-freepbx
```

```
cd docker-freepbx
```

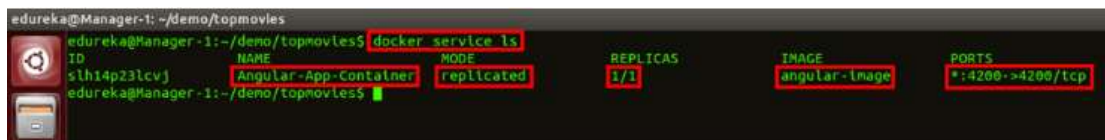
```
wget https://gitlab.hua.gr/itp19107/dockerized-asterisk-server
```

```
docker stack deploy --compose-file docker-compose.yml SWARMMODE
```

Μπορείτε να επαληθεύσουμε εάν η υπηρεσία είναι σε container εκτελώντας την παρακάτω εντολή.

```
docker service ls
```

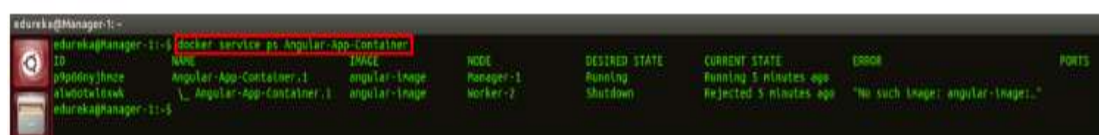
Αυτή η εντολή θα εμφανίσει όλες τις υπηρεσίες που διαχειρίζεται το Swarm cluster. Στην περίπτωση μας, θα εμφανίζει ένα ενεργό container.



Εικόνα 36: Έλεγχος service

Εδώ, το "REPLICAS=1/1" υποδηλώνει ότι υπάρχει ένα μόνο service αυτού του container, στο swarm. Το "MODE=replicated" υποδηλώνει ότι η υπηρεσία αναπαράγεται σε όλους τους κόμβους του συμπλέγματος. Για να προσδιορίσουμε σε ποιο node, η εφαρμογή φιλοξενείται, μπορούμε να εκτελέσουμε την παρακάτω εντολή :

```
docker service ps SWARMMODE
```



Εικόνα 37: Έλεγχος hosting εφαρμογής

Για να ελέγξουμε τα container που εκτελούνται σε έναν συγκεκριμένο host, εκτελούμε την εντολή :

```
docker node ps
```



Εικόνα 38: Έλεγχος container

Για να ελέγξουμε πόσοι κόμβοι εκτελούνται, η εντολή είναι:

```
docker node ls
```

Gitlab repository: <https://gitlab.hua.gr/itp19107/dockerized-asterisk-server>

4.7 Παραμετροποίηση Freepbx server

Αφού έχουμε δημιουργήσει το cluster απο containers θα μεταβούμε πλέον στη διεύθυνση <http://83.212.74.153:8082> όπου θα μας ζητηθεί να δημιουργήσουμε έναν χρήστη για να συνδεθούμε στο FreePBX GUI.



Εικόνα 39: Δημιουργία χρήστη

Στην κύρια σελίδα διαχείρισης επιλέγουμε την καρτέλα FreePBX Administration για να μεταβούμε στο μενού ρυθμίσεων του FreePBX κάνοντας Login in με το χρήστη που δημιουργήσαμε στο προηγούμενο βήμα.



Εικόνα 40: Administration μενού

Από το μενού επιλέγουμε το module Asterisk SIP Settings όπου οι περισσότερες SIP (Session Initiation Protocol) ρυθμίσεις όπως NAT, External IP, Local Network και Enabled Codecs διατίθενται μέσα από το γραφικό περιβάλλον. Επιτρέποντας εισερχόμενες ανώνυμες κλήσεις SIP θα επιτρέψουμε σε οποιαδήποτε κλήση προέρχεται από άγνωστη IP να κατευθύνεται στην πλευρά του τηλεφωνικού κέντρου. Στο πεδίο External Address θα πρέπει να εμφανίζεται η δημόσια διεύθυνση IP του Server. Μπορούμε να επιλέξουμε "Εντοπισμός ρυθμίσεων δικτύου" για να εντοπίσουμε τα Εξωτερικά και Τοπικά δίκτυα του τηλεφωνικού κέντρου. Για δίκτυα με περισσότερα από ένα υποδίκτυα LAN, όπως το δίκτυο VPN, χρησιμοποιούμε το κουμπί «Προσθήκη τοπικού δικτύου» για να προσθέσουμε περισσότερα τοπικά δίκτυα.

SIP Settings

SIP driver information

Asterisk is currently using chan_pjsip and chan_sip for SIP Traffic.
You can change this on the Advanced Settings Page

General SIP Settings **Chan SIP Settings** Chan PJSIP Settings

Edit Settings

NAT Settings

NAT **yes** no never route

IP Configuration **Public IP** **Static IP** Dynamic IP

Override External IP 83.212.74.153

Εικόνα 42: Chan SIP Settings

Από τη σελίδα διαχείρισης επιλέγουμε Extensions, πατάμε το κουμπί Add New Chan_SIP Extension.

All Extensions **Custom Extensions** DAHDi Extensions IAX2 Extensions

Quick Create Extension Delete Search

Extension	Name	CW	DND	FMFM	CF	CFB	CFU	Type	Actions
No matching records found									

List Extensions
Add New Custom Extension
Add New DAHDi Extension
Add New IAX2 Extension
Add New Chan_SIP Extension
Add New Virtual Extension

Εικόνα 43: Δημιουργία χρήστη

User Extension

Αυτός θα είναι ο αριθμός επέκτασης που σχετίζεται με τον χρήστη και δεν μπορεί να αλλάξει αφού αποθηκευτεί.

Display Name

Αυτό είναι το όνομα που σχετίζεται με την εκάστοτε επέκταση και μπορούμε να το επεξεργαστούμε ανά πάσα στιγμή. Αυτό θα γίνει το όνομα αναγνώρισης καλούντος.

Outbound CID

Αντικαθιστά το Αναγνωριστικό καλούντος.

Secret

Κωδικός πρόσβασης που έχει διαμορφωθεί για την κάθε τηλεφωνική συσκευή.

The screenshot shows the Asterisk web interface. At the top, there are tabs: 'General', 'Voicemail', 'Find Me/Follow Me', 'Advanced', and 'Other'. Below these is a section titled 'Add Extension'. It contains a message: 'This device uses CHAN_SIP technology listening on 0.0.0.0:5060'. Below this message are four input fields: 'User Extension', 'Display Name', 'Outbound CID', and 'Secret'. The 'Secret' field contains the value '33a3a0c20c91eb00292e7eddf689d0e6'. Below the 'Add Extension' section is a section titled 'User Manager Settings'. It contains four input fields: 'Link to a Default User' (with a dropdown menu showing 'Create New User'), 'Username', 'Password For New User' (with the value 'e4bb4c7370da97b66f2f289187dae74a'), and 'Groups' (with a dropdown menu showing 'Select Some Options'). There is also a checkbox labeled 'Use Custom Username' which is currently unchecked.

Εικόνα 44: Επεξεργασία χρηστών

4.8 Εγκατάσταση και παραμετροποίηση Zoiper στους χρήστες

Οι εφαρμογές Voice over Internet (VoIP) αρχίζουν να αντικαθιστούν άλλες μεθόδους επικοινωνίας, λόγω της ικανότητάς τους να συνδέουν ανθρώπους σε όλο τον κόσμο σε μια στιγμή. Παρά την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι περισσότερες συμβατικές λύσεις VoIP έχουν ένα σοβαρό πρόβλημα: το απόρρητο. Οι περισσότερες από τις συμβατικές εφαρμογές του (VoIP) όπως το Skype, το Hangouts και ακόμη και το WhatsApp, όλες δεν προσφέρουν στον χρήστη την ασφάλεια των δεδομένων τους, καθώς και το απόρρητο αυτών. Αντιμετωπίζοντας αυτό το είδος προβλήματος, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια εφαρμογή που μπορεί να μας υποστηρίξει με αυτό το ζήτημα ασφάλειας. Η εφαρμογή αυτή είναι το Zoiper στην ουσία είναι πελάτης VoIP / SIP. Ένα από τα μειονεκτήματά του είναι ότι δεν θα λειτουργεί χωρίς λογαριασμό υπηρεσίας VoIP. Το Zoiper είναι ένα λογισμικό πολλαπλών πλατφορμών (λειτουργεί με Windows, Linux, MAC, iPod Touch, iPad, iPhone, tablet και Android), σχεδιασμένο να λειτουργεί με τα συστήματα επικοινωνίας IP που βασίζονται στο πρωτόκολλο SIP. Αυτό το λογισμικό προέρχεται από την εταιρεία Zoiper και διαθέτει μη εμπορική έκδοση όπως και εμπορικές εκδόσεις με υποστήριξη λογισμικού και περισσότερες λειτουργίες ενεργοποιημένες.

Μεταξύ των δυνατοτήτων που μπορούμε να βρούμε σε αυτήν την εφαρμογή να επισημάνουμε την Διάσκεψη ήχου και βίντεο, τη συνομιλία μέσω μηνυμάτων, τη διαχείριση επαφών και τη διαχείριση φαξ. Το Zoiper είναι συμβατό με την πλατφόρμα Linux, παρέχοντας πακέτα για την οικογένεια συστημάτων Debian και RedHat. Το λογισμικό έχει επίσης μια γενική λήψη διανομής Linux, με τη μορφή αρχείου tar. Το λογισμικό είναι εντελώς δωρεάν για το κοινό, για μη εμπορική χρήση.

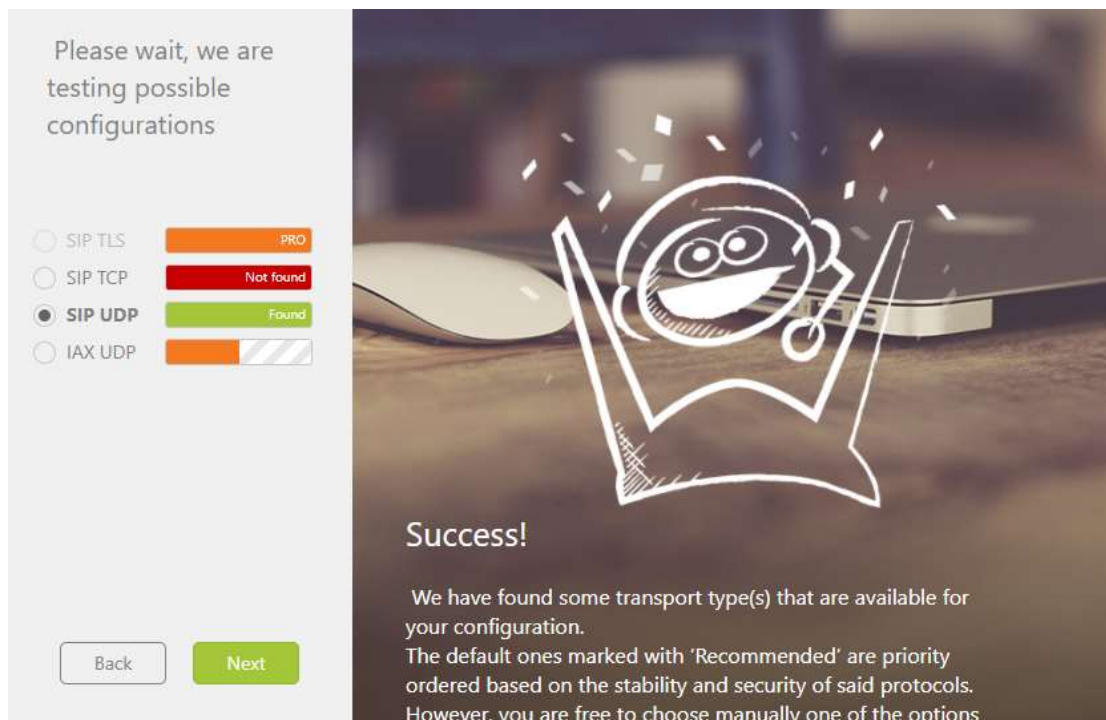
Ωστόσο, εάν αυτό το λογισμικό χρησιμοποιείται εμπορικά, η εταιρεία απαιτεί την αγορά άδειας χρήσης λογισμικού.

Εφόσον ολοκληρώσουμε την εγκατάσταση της εφαρμογής εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη, στα πεδία που μας υποδεικνύει ορίζουμε τα στοιχεία διασύνδεσης, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Στο άνω πεδίο εισάγουμε τον τηλεφωνικό αριθμό του softphone που μας έχουν διαθέσει καθώς και την ip του Server που φιλοξενεί το ιδιωτικό μας κέντρο. Στο κάτω πεδίο εισάγουμε το ατομικό μας συνθηματικό.



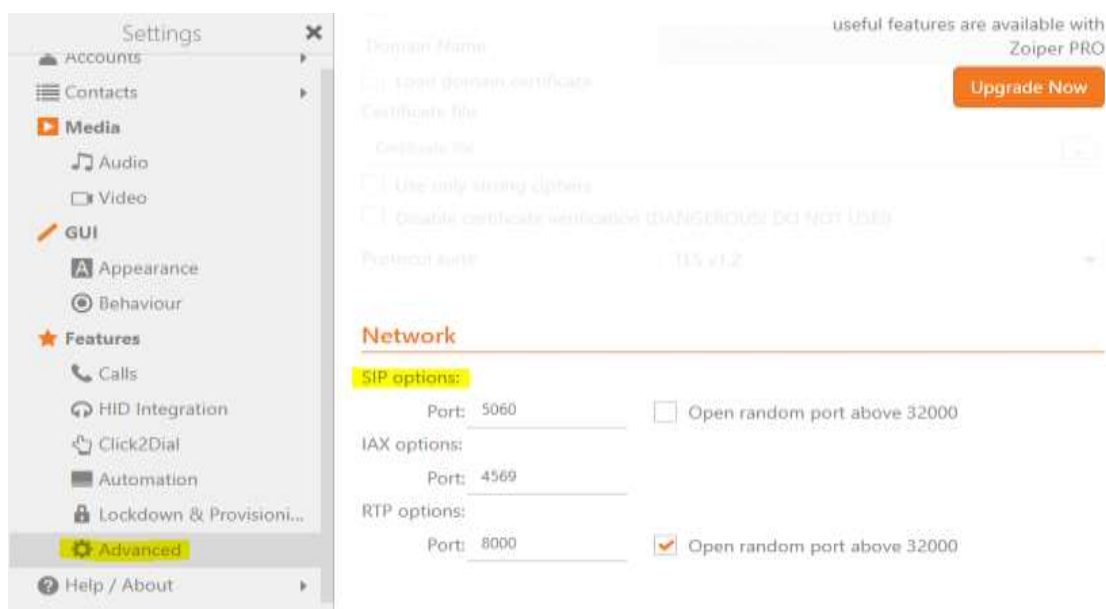
Εικόνα 45: Login

Ολοκληρώνοντας την διαδικασία ακολουθεί ο παρακάτω έλεγχος όπου μας ενημερώνει για την επιτυχή σύνδεση του sip accounts μας



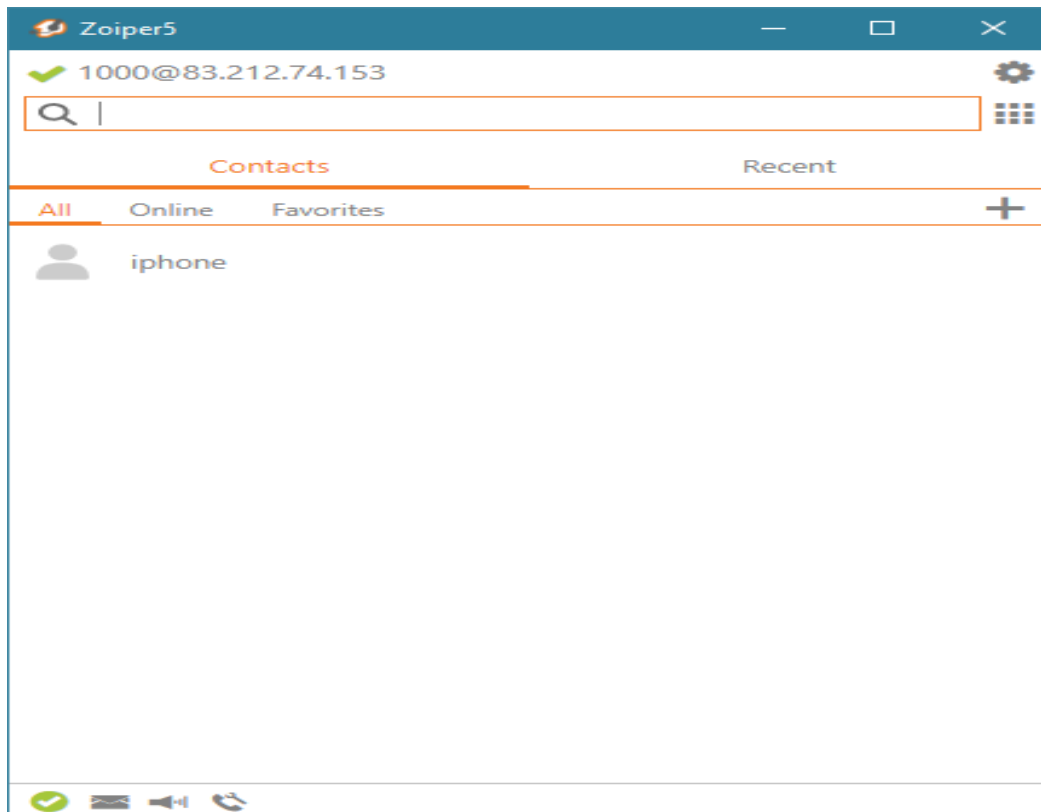
Εικόνα 46: Επιτυχής έλεγχος sip account

Τέλος μέσα απο τις ρυθμίσεις για προχωρημένους ορίζουμε συγκεκριμένα την πόρτα 5060 ως Sip port και όχι οποιαδήποτε τυχαία πόρτα μας παρέχει η εφαρμογή σε κάθε μας κλήση.



Εικόνα 47: Sip port configuration

Πλέον η εφαρμογή μας είναι έτοιμη προς χρήση αφού παρατηρούμε πως το softphone μας έχει πλήρη διασύνδεση με το εικονικό Vm.



Εικόνα 48: Επιτυχής σύνδεση

4.9 Docker Swarm For High Availability

Για να επαληθεύσουμε ότι υπάρχει υψηλή διαθεσιμότητα στο cluster που έχουμε δημιουργήσει, θα αντιμετωπίσουμε ένα σενάριο όπου ένας από τους κόμβους πέφτει και άλλοι κόμβοι στο σύμπλεγμα το αντισταθμίζουν. Μπορούμε να πραγματοποιήσουμε αυτό το σενάριο σταματώντας χειροκίνητα το container από έναν από τους κόμβους χρησιμοποιώντας αυτήν την εντολή:

```
docker stop (container id)
```

Εκτελούμε την παραπάνω εντολή στον worker-1 όπου εκτελείται το container. Παρατηρούμε τώρα ότι το container εκτελείται πλέον στον Worker-2. Ωστόσο, έχει τερματιστεί από τον κόμβο: Worker-1. Αυτό φαίνεται από τον manager του swarm με την εντολή :

```
docker service ps SWARMMODE
```


ID	NAME	IMAGE	NODE	DESIRED STATE	CURRENT STATE	ERROR	PORTS
u224w02w1b1	Angular-App-Container.1	demoapp1	Worker-2	Running	Running 14 seconds ago		
9y11gns1c3u	Angular-App-Container.1	demoapp1	Worker-1	Shutdown	Complete 24 seconds ago		
np1d11awp1e	Angular-App-Container.2	demoapp1	Manager-1	Running	Running 28 minutes ago		

Εικόνα 49: Έλεγχος κατάστασης του swarm

ΚΕΦ.5: Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήσαμε ένα σύστημα σε περιβάλλον Docker. Παρουσιάσαμε τα βασικότερα στοιχεία του Docker όπως είναι οι εικόνες, τα container, το daemon, το registry κ.τ.λ. Έπειτα εξετάσαμε τις τεχνολογίες που χρησιμοποιεί το docker για να υλοποιήσει τα container όπως οι χώροι ονομάτων, οι ομάδες ελέγχουν κ.τ.λ. και εν συνεχεία παρουσιάσαμε τα πλεονεκτήματα του. Το λογισμικό Docker κάνει πιο απλή την διαδικασία εγκατάστασης καθώς με μια μόνο εντολή και σε ελάχιστο χρόνο μπορούμε να έχουμε εφαρμογές σε λειτουργία, ασχέτως από το τι λειτουργικό σύστημα χρησιμοποιούμε. Το περιβάλλον της εφαρμογής παραμένει σταθερό σε όλα τα στάδια της κύκλου ζωής της, κάτι που οδηγεί σε ταχύτερη ανάπτυξη και παράδοση της εφαρμογής. Τα container στους τομείς της κλιμάκωσης και της απόδοσης έχουν αρκετά πλεονεκτήματα. Έχουμε τη δυνατότητα να έχουμε πιο πολλά container σε σχέση με τις εικονικές μηχανές καθώς και να τα κλιμακώσουμε εύκολα και γρήγορα. Το γεγονός ότι τα container δεν χρειάζονται να χρησιμοποιήσουν κάποιο hypervisor, τους επιτρέπει να αξιοποιούν καλύτερα τους διαθέσιμους πόρους. Επειδή τα container δεν χρησιμοποιούν ένα πλήρες λειτουργικό σύστημα, οι απαιτήσεις σε πόρους είναι μικρότερες σε σύγκριση με τις εικονικές μηχανές. Όλα τα παραπάνω καθιστούν το Docker την ιδανική επιλογή για τα συστήματα υπολογιστικού νέφους. Τέλος, υλοποιήσαμε σε Docker ένα σύστημα PBX σε διάταξη υψηλής διαθεσιμότητας. Το Docker αποδείχτηκε εξαιρετικά εύκολο στην χρήση και στην ανάπτυξη του cluster. Τα Dockerfile και docker-compose.yml είχαν αρκετά απλή μορφή και το documentation του Docker περιείχε κάθε λεπτομέρεια. Ως προαπαιτούμενες γνώσεις για την δημιουργία των εικόνων ήταν μια σχετική γνώση γνώση linux shell scripting.

5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Μελλοντικές προεκτάσεις της παρούσας εργασίας μπορούν να καλύψουν τους εξής τομείς:

Έμφαση στην ασφάλεια του cluster και στον τρόπο αλληλεπίδρασης με αυτό. Στο πλαίσιο αυτό πρέπει να δοθεί προσοχή στους μηχανισμούς αυθεντικοποίησης, επικύρωσης, κρυπτογράφησης, στην παραμετροποίηση του Linux και του Linux firewall.

Μέτρηση της απόδοσης του μηχανισμού ενορχήστρωσης.

Η εξέταση της εγκατάστασης του μηχανισμού ενορχήστρωσης σε περιβάλλον Kubernetes.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://docs.docker.com/engine/swarm/>
2. <https://github.com/madhukargunda/docker-swarm-using-consul>
3. <https://voipsolutions.gr/shop/sxetika-me-to-voip/asterisk-pbx/>
4. <https://dzone.com/articles/docker-swarm-vs-kubernetes-what-you-really-need-to>
5. <https://www.simplilearn.com/tutorials/docker-tutorial/docker-swarm>
6. <https://www.aquasec.com/cloud-native-academy/docker-container/docker-swarm/>
7. <https://www.infoworld.com/article/3204171/what-is-docker-the-spark-for-the-container-revolution.html>
8. <https://www.seasiainfotech.com/blog/history-and-evolution-cloud-computing/#:~:text=The%20most%20recent%20development%20of,%2C%20social%20networking%20%26%20video%20sharing.>
9. <https://www.geeksforgeeks.org/evolution-of-cloud-computing/>
10. <https://blog.ultatel.com/phone-history/>
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/Voice over IP](https://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP)
12. <https://www.edureka.co/blog/docker-swarm-cluster-of-docker-engines-for-high-availability?fbclid=IwAR1tOR96BaTa2QzqmQC9DCq3Yipr4miOpBB2cz9EKgBfJRiXJPDLY-yCU9s>
13. <https://wiki.freepbx.org/display/FOP/Installing+FreePBX+14+on+Ubuntu+18.04>
14. <https://www.zoiper.com/en/documentation/windows-installation-and-configuration>
15. <https://oceanos.grnet.gr/support/user-guide/cyclades-how-to-create-a-vm/>
16. <https://www.ssh.com/academy/ssh/putty/windows>

17. <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-install-and-use-docker-on-ubuntu-20-04>
18. <https://docs.docker.com/engine/swarm/stack-deploy/>
19. **Gitlab repository** <https://gitlab.hua.gr/itp19107/dockerized-asterisk-server>