



Πανεπιστήμιο Πειραιώς - Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Κατανεμημένα Συστήματα, Ασφάλεια και Αναδυόμενες Τεχνολογίες Πληροφορίας»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Τεχνολογίες και εφαρμογές Υπολογιστικού Νέφους και Κέντρων Δεδομένων Technologies and Applications of Cloud Computing and Data Centers
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Βανδώρας Εμμανουήλ – Χαράλαμπος
Πατρώνυμο	Χριστοδημήτριος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΚΣΑ/ 18004
Επιβλέπων	Δουληγέρης Χρήστος, Καθηγητής

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Χρήστος Δουληγέρης
Καθηγητής

Δέσποινα Πολέμη
Καθηγήτρια

Παναγιώτης Κοτζανικολάου
Αναπληρωτής Καθηγητής

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα

Μεταπτυχιακή Διατριβή	1
Περιεχόμενα	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή κ Δουληγέρη Χρήστο για τις συμβουλές και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και στην υποστήριξη που μου παρείχε κατά την εκπόνησή της. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση και την υπομονή που έδειξε στηρίζοντάς με καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.	5
Περίληψη.....	6
Abstract	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Υπολογιστικό Νέφος	7
1.1 Τι είναι το Υπολογιστικό Νέφος.....	7
1.2 Ιστορική αναδρομή	7
1.3 Μοντέλα υπηρεσιών	8
1.4 Μοντέλα ανάπτυξης	10
1.5 Πλεονεκτήματα	12
1.6 Μειονεκτήματα.....	12
1.7 Κόστος του Υπολογιστικού Νέφους.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Κινητό Υπολογιστικό Νέφος	14
2.1 Τι είναι το Κινητό Υπολογιστικό Νέφος	14
2.2 Τα χαρακτηριστικά του KYN.....	14
2.3 Αρχιτεκτονική του KYN.....	15
2.4 Πλεονεκτήματα του KYN	16
2.5 Προβλήματα του KYN	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κέντρα Δεδομένων	21
3.1 Τι είναι το Κέντρο Δεδομένων	21
3.2 Γιατί τα Κέντρα Δεδομένων είναι σημαντικά.	22
3.3 Ταξινόμηση του Κέντρου Δεδομένων	23
3.3.1 Κύρια στοιχεία του Κέντρου Δεδομένων	25
3.3.1.2 Server και αποθηκευτικά μέσα.....	26
3.3.1.3 Συσκευές δικτύου στο Κέντρο Δεδομένων	27
3.4 Κατανάλωση ενέργειας στα Κέντρα Δεδομένων και τρόποι βελτίωσης	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Πάροχοι Cloud στον κόσμο και στην Ελλάδα.....	35
4.1 Πάροχοι Υπολογιστικού Νέφους στον κόσμο	35
4.2 Παροχοι Υπολογιστικού Νέφους στην Ελλάδα	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Εφαρμογές Υπολογιστικού Νέφους σε οργανισμούς	41
5.1 Εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους	41
Τεχνολογίες και εφαρμογές Υπολογιστικού Νέφους και Κέντρων Δεδομένων	

5.2 Σύντομο ιστορικό (και μελλοντικές προβλέψεις)	41
5.3 Ποια είναι τα διαφορετικά σχέδια των εφαρμογών του Υπολογιστικού Νέφους	41
5.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των εφαρμογών του Υπολογιστικού Νέφους	41
5.4.1 Πλεονεκτήματα εφαρμογής Υπολογιστικού Νέφους	41
5.4.2 Μειονεκτήματα εφαρμογής Υπολογιστικού Νέφους	42
5.5 Διάφορες αναμεσα στις εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους και των Υπολογιστών	42
5.6 Διαφορές ανάμεσα στις εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους και των Web εφαρμογών	43
5.7 Δοκιμή εφαρμογών του Υπολογιστικού Νέφους	43
5.8 Παραδείγματα εφαρμογών Υπολογιστικού Νέφους	44
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	46

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή κ Δουληγέρη Χρήστο για τις συμβουλές και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και στην υποστήριξη που μου παρείχε κατά την εκπόνησή της. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση και την υπομονή που έδειξε στηρίζοντάς με καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής είναι η μελέτη των μοντέλων του υπολογιστικού νέφους (Cloud computing) και των κέντρων δεδομένων (Data Centers). Επίσης γίνεται ανάλυση του Κινητού Υπολογιστικού Νέφους το οποίο είναι ένας συνδυασμός του Υπολογιστικού Νέφους και της υπολογιστικής δύναμης των Κινητών Συσκευών. Είναι μια νέα επιστημονική περιοχή που τον τελευταίο καιρό γίνεται ιδιαίτερα δημοφιλής. Επιπλέον η εργασία αναφέρεται στην ενέργεια που καταναλώνουν οι Κινητές Συσκευές και δίνονται διάφορες λύσεις ώστε να μειωθεί το “πρόβλημα”.

Abstract

The subject of this thesis is the research of Cloud computing and Data Center models. Moreover, mobile Cloud computing that is a compound of Cloud computing and the computational strength of Mobile Devices. This is a new scientific field that has lately become a growing trend as a topic for further research. Also, this thesis deals with the energy that is consume by these Mobile Devices and proposed different solutions in order to be eliminated this issue

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Υπολογιστικό Νέφος

1.1 Τι είναι το Υπολογιστικό Νέφος

Υπολογιστικό Νέφος ονομάζεται η κατ' αίτηση διαδικτυακή κεντρική διάθεση υπολογιστικών πόρων (όπως δίκτυο, εξυπηρετητές, εφαρμογές και υπηρεσίες) με υψηλή ευελιξία, ελάχιστη προσπάθεια από τον χρήστη και υψηλή αυτοματοποίηση .

Στο Υπολογιστικό Νέφος η αποθήκευση, η επεξεργασία και η χρήση δεδομένων, λογισμικού και υπηρεσιών γίνεται διαδικτυακά, μέσω απομακρυσμένων υπολογιστών που βρίσκονται σε κέντρα δεδομένων. Υπηρεσίες όπως η κατ' αίτηση παροχή εικονικών μηχανών, το διαδικτυακό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή τα κοινωνικά δίκτυα συχνά βασίζονται στην τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους.

Όλες οι μεγάλες εταιρείες πληροφορικής, π.χ. Microsoft, Google, Apple, Dropbox, δραστηριοποιούνται στο Νέφος προσφέροντας την αποθήκευση κάποιας χωρητικότητας δεδομένων δωρεάν, καθώς και εφαρμογές για ios, Android και Windows phone. [Wikipedia,Cloud Computing]

1.2 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία του υπολογιστικού νέφους αρχίζει στο 1950. Εκείνη την περίοδο ο κόσμος δούλευε με τα γνωστά σε όλους μας τερματικά που ήταν συνδεδεμένα σε κεντρικό υπολογιστή. Τα τερματικά αυτά έδιναν πρόσβαση σε έναν κεντρικό υπολογιστή, κάτι το οποίο έκανε την διαδικασία πολύ κοστοβόρα μιας και δεν μπορούσαν οι εταιρείες εκείνη την εποχή να παρέχουν ξεχωριστό υπολογιστή σε κάθε υπάλληλο. Το άλλο μεγάλο πρόβλημα που υπήρχε ήταν ότι ο αποθηκευτικός χώρος και η επεξεργαστική ισχύς του υπολογιστή δεν ήταν διαθέσιμη για τους χρήστες. Την λύση ήρθε να δώσει ο διαμερισμός χρόνου (time –sharing). Το time –sharing είναι η κοινή χρήση των πόρων του υπολογιστή μεταξύ πολλών χρηστών ταυτόχρονα μέσω πολλαπλών εργασιών [Wikipedia,Time - Sharing].Το προαναφερθέν σύστημα μοιάζει με την σημερινή μορφή που έχει το Υπολογιστικό Νέφος στις μέρες μας.

Έχοντας σαν όραμα «όλοι οι άνθρωποι στον πλανήτη να είναι διασυνδεδεμένοι και να έχουν πρόσβαση σε προγράμματα και δεδομένα σε οποιαδήποτε ιστοσελίδα, από οποιοδήποτε μέρος » ο ο J.C.R. Licklider (Αμερικανός επιστήμονας) δημιουργεί το 1969 το ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network). Αυτό ουσιαστικά είναι η αρχή του διαδικτύου το οποίο και ξεκίνησε σαν έργο του Υπουργείου Αμύνης των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής έχοντας σαν σκοπό τη διασύνδεση διαφόρων κομβικών σημείων μεταξύ τους.

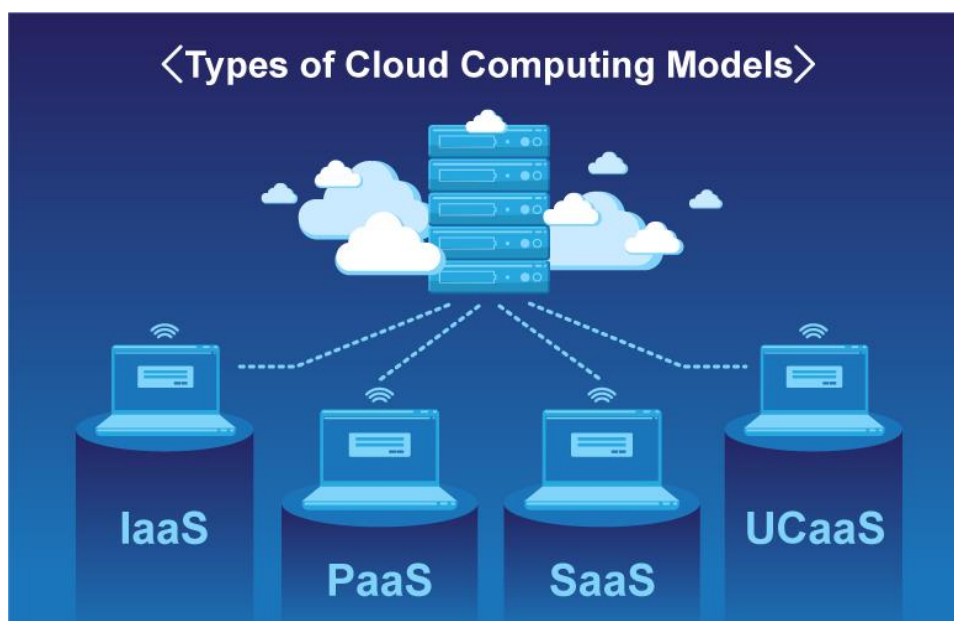
Την δεκαετία του 1970 η IBM παρουσιάζει τις εικονικές μηχανές (virtual machines – vm). Πρόκειται για το «σπάσιμο» της υπολογιστικής ισχύος και του αποθηκευτικού χώρου, ενώ παράλληλα δίνεται η δυνατότητα να εγκαταστήσουμε πολλά λειτουργικά συστήματα που να δουλεύουν παράλληλα στο ίδιο μηχάνημα.

Η ανακάλυψη της τεχνολογίας vm έφερε μια σειρά από αλλαγές στην πληροφορική και στον τρόπο που λειτουργούσαν οι μεγάλες εταιρείες. Στην δεκαετία του 1990 οι εταιρίες που παρείχαν ίντερνετ ξεκίνησαν να πουλάνε εικονικό δίκτυο (virtual private networks). Το οποίο είναι ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο τη δημόσια τηλεπικοινωνιακή υποδομή, όπως το Διαδίκτυο, και δίνει τη δυνατότητα σε απομακρυσμένα γραφεία ή σε χρήστες που ταξιδεύουν να έχουν πρόσβαση σε ένα κεντρικό οργανισμό δικτύου [The History of Virtual Machines]. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνει το κόστος για τις εταιρείες που έχουν πολλούς υπολογιστές και παράλληλα να παρέχουν κοινή χρήση χωρίς να χρειάζεται η κατασκευή νέων υποδομών. Από το 1995 και μετά αρκετές εταιρίες άρχισαν να το χρησιμοποιούν ώστε να δώσουν ανώτερες λύσεις στους καταναλωτές τους με αποτέλεσμα το cloud να ξεκινήσει να χρησιμοποιείται σε πολλές εταιρίες. Η μεγάλη αυτή επιτυχία είχε σαν αποτέλεσμα ο κόσμος της τεχνολογίας σιγά σιγά να στρέφεται προς το cloud computing . Όλο και περισσότερες εταιρείες έβαζαν το cloud στις υπηρεσίες τους. Την αρχή έκανε η Amazon όπου το 2002 παρουσίασε το Amazon Web Services το οποίο είχε μια σειρά από υπηρεσίες cloud. Η επόμενη εταιρεία που ξεκίνησε να χρησιμοποιεί το Υπολογιστικό Νέφος ήταν η

Google με την υπηρεσία Google Docs. Με το Google Docs μπορούσες να διαμοιράζεσαι αρχεία.

Από το 2010 και έπειτα, όλο και περισσότερες εταιρείες χρησιμοποιούν την τεχνολογία του Υπολογιστικού Νέφους. Το γεγονός ότι έχει γίνει αρκετά πιο οικονομικό σε σχέση με πριν κάποια χρόνια και το ό,τι μπορούν οι υπάλληλοι να εργαστούν από οπουδήποτε και αν βρίσκονται το έχει κάνει απαραίτητο για τις μεγάλες και μεσαίες εταιρίες.

1.3 Μοντέλα υπηρεσιών



Εικόνα 1.1: Τα τέσσερα μεγάλα μοντέλα υπηρεσιών

Το Υπολογιστικό Νέφος προσφέρεται σε 4 μεγάλα μοντέλα όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.1. Ανάλογα με το μοντέλο που επιλέγει κάποιος έχει και ένα εντελώς διαφορετικό επίπεδο ευελιξίας και ισχύος οι διαφορές του εκάστοτε μοντέλου φαίνονται στην Εικόνα 1.2 .[Rutva Safi 2020]

Software-as-a-Service (SaaS): Όπως αναφέρει ο Bill Williams (2012) «μέσω της υπηρεσίας SaaS δίνεται η δυνατότητα στον κάθε χρήστη να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή στην υποδομή κάποιου άλλου». Ουσιαστικά ο χρήστης είναι τελείως απαλλαγμένος από την εγκατάσταση της εφαρμογής στον δικό του υπολογιστή καθώς και από την έγνοια των ενημερώσεων που βγαίνουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα και αφορούν διορθώσεις σε λάθη των εφαρμογών. Για όλα τα παραπάνω φροντίζει ο πάροχος της υπηρεσίας. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα πρόσβασης και χρήσης εφαρμογών που τρέχουν σε υποδομή Cloud. Η πρόσβαση απαιτεί ένα πρόγραμμα περιήγησης στο Web και μια οποιαδήποτε συσκευή. Χαρακτηριστικά παραδείγματα υπηρεσιών SaaS είναι οι υπηρεσίες περιεχομένου, υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου καθώς και επιχειρηματικές εφαρμογές όπως οι εφαρμογές διαχείρισης σχέσεων με τους πελάτες, τα γνωστά Customer Relationship Management (CRM) . Στις υπηρεσίες SaaS ο χρήστης το μόνο που μπορεί να κάνει είναι κάποιες περιορισμένες ρυθμίσεις που αφορούν την παραμετροποίηση των εφαρμογών. Ο χρήστης δεν έχει την δυνατότητα ελέγχου ή διαχείρισης της χρησιμοποιούμενης υποδομής Cloud συμπεριλαμβανομένων των δικτύων, των εξυπηρετητών, των λειτουργικών συστημάτων, των αποθηκευτικών μονάδων, ή ακόμα και μεμονωμένων δυνατοτήτων της εφαρμογής.

Platform-as-a-Service (PaaS): Ο χρήστης έχει την δυνατότητα ανάπτυξης, δοκιμής, διάθεσης και συντήρησης εφαρμογών που τρέχουν σε μια υποδομή Cloud είτε πρόκειται για δημιούργημα του ίδιου είτε τις έχει αποκτήσει μέσω τρίτου. Οι εν λόγω εφαρμογές δημιουργούνται με τη χρήση γλωσσών προγραμματισμού και εργαλείων που υποστηρίζονται από τον πάροχο της υπηρεσίας. Ενδεικτικά παραδείγματα PaaS υπηρεσιών είναι τα εξής : Google app Engine, Microsoft Windows Azure. Στις υπηρεσίες PaaS ο χρήστης έχει το δικαίωμα ελέγχου των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί, καθώς και τη δυνατότητα παραμετροποίησης του περιβάλλοντος φιλοξενίας των εφαρμογών. Συνεπώς, ο έλεγχος της

υποκείμενης υποδομής συμπεριλαμβανομένου του δικτύου, των εξυπηρετητών, των λειτουργικών συστημάτων και του αποθηκευτικού χώρου πραγματοποιείται από τον πάροχο.

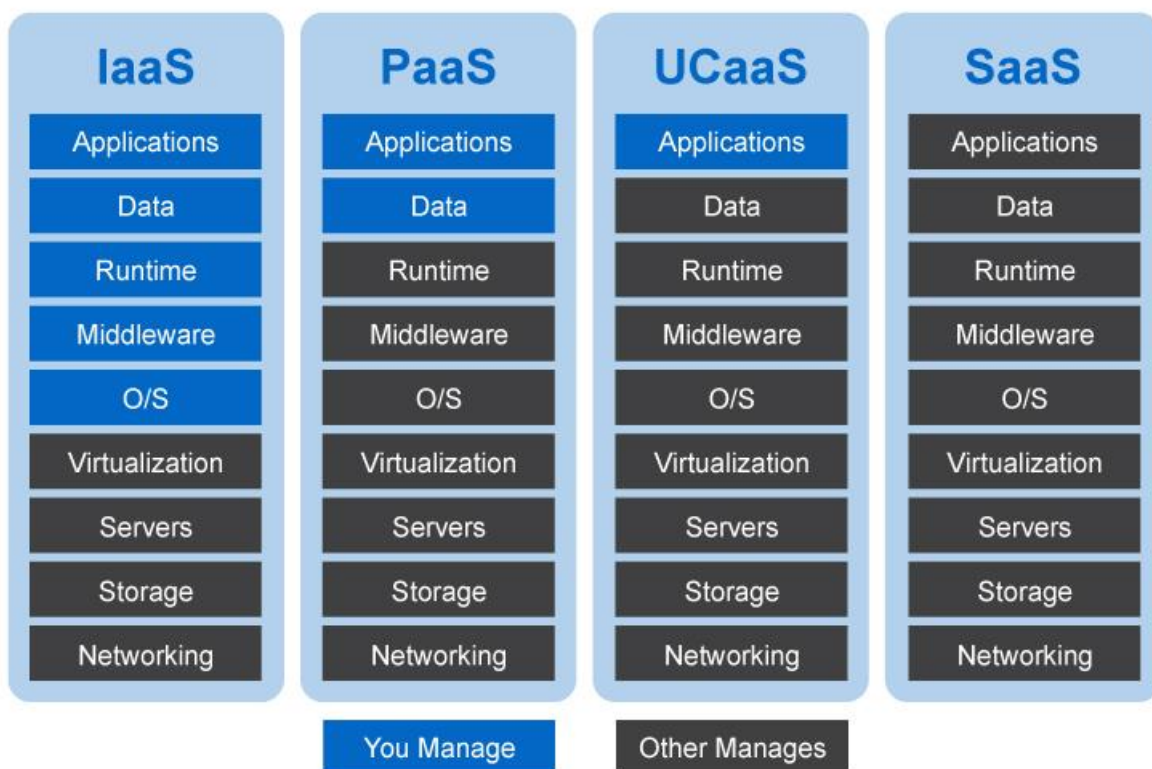
Infrastructure-as-a-Service (IaaS): Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δεσμεύσει προς χρήση επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτικά μέσα, δίκτυα, και άλλους θεμελιώδεις υπολογιστικούς πόρους και να είναι σε θέση να αναπτύξει και να εκτελέσει αυθαίρετο λογισμικό, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές. Ενδεικτικά παραδείγματα υπηρεσιών IaaS είναι οι υπηρεσίες διαδικτύου της Amazon. Στις υπηρεσίες IaaS ο χρήστης έχει δικαίωμα ελέγχου των λειτουργικών συστημάτων, των αποθηκευτικών μέσων, των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί και πιθανόν κάποιον περιορισμένο έλεγχο επιλεγμένου εξοπλισμού δικτύωσης (π.χ. τείχος προστασίας (firewalls)). Συνεπώς, ο έλεγχος της χρησιμοποιούμενης υποδομής πραγματοποιείται από τον πάροχο.

Unified Communications-as-a-Service (UCaaS): Το UCaaS συνδυάζει τηλέφωνο και μηνύματα που βασίζονται στο Διαδίκτυο σε μια πλήρως εξοπλισμένη πλατφόρμα επικοινωνιών. Οι εταιρείες υιοθετούν το UCaaS για να παρέχουν στο προσωπικό εργαλεία συνεργασίας για να εργάζονται οπουδήποτε. Οι λύσεις UCaaS λειτουργούν σε υπολογιστή, τηλέφωνο γραφείου και smartphone ενός χρήστη.

Η Unified Communications (UC) ενσωματώνει πολλές επικοινωνίες όπως τηλέφωνο, συνομιλία και τηλεδιάσκεψη. Αυξάνει την παραγωγικότητα και παρέχει τρόπους αλληλεπίδρασης σε διαφορετικά κανάλια επικοινωνίας.

Ως υπηρεσία «aaS» είναι ένα μοντέλο παράδοσης για υπηρεσίες και λογισμικό cloud. Σε αντίθεση με το λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS), το UCaaS είναι αποκλειστικό για εργαλεία επικοινωνίας και API.

Το UCaaS συγκεντρώνει VoIP, τηλεδιάσκεψη, άμεσα μηνύματα και εργαλεία συνεργασίας ως ένα. Το UCaaS έχει αποδειχθεί ως η πιο ανθεκτική υπηρεσία επικοινωνίας επιχειρήσεων. Οι εταιρείες δεν χρειάζεται πλέον να εκτελούν αναλογικές τηλεφωνικές γραμμές σε κάθε άτομο για να μιλήσουν ή να εργαστούν σε έργα. Λειτουργεί επίσης στο σύννεφο, το οποίο αντέχει σε φυσικές καταστροφές.

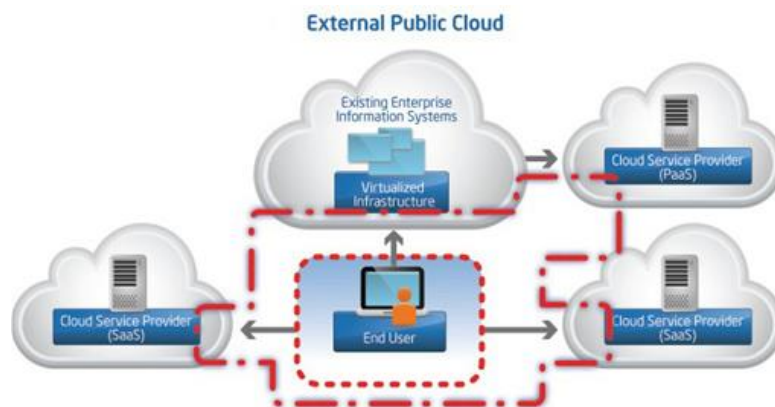


Εικόνα 1.2: Οι διαφορές του εκάστοτε μοντέλου

1.4 Μοντέλα ανάπτυξης

Σύμφωνα με το NIST τα μοντέλα ανάπτυξης που υπάρχουν αυτήν τη στιγμή στο cloud είναι τα Public cloud (Δημόσιο νέφος), Private cloud (Ιδιωτικό νέφος), Community cloud (Κοινοτικό νέφος) και Hybrid cloud (Υβριδικό νέφος). [MELL Peter; GRANCE Tim. 2011]

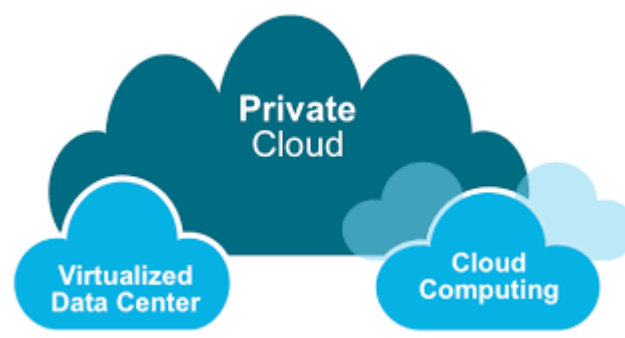
Public cloud (Δημόσιο νέφος):



Εικόνα 1.3: Δημόσιο νέφος

Το συγκεκριμένο μοντέλο ανάπτυξης είναι ο πιο γνωστός τύπος του Υπολογιστικού Νέφους. Διαθέτει την υποδομή του στο ευρύ κοινό ή σε μεγάλους φορείς. Ο χρήστης συνηθίζεται να έχει πρόσβαση χρησιμοποιώντας μια διαδικτυακή διεπαφή. Το public cloud δίνει πρόσβαση σε μια υποδομή που έχει άμεσα επεκτάσιμους υπολογιστικούς πόρους χωρίς να χρειάζεται να γίνει επένδυση για τη δημιουργία επιπλέον υποδομών. Η χρέωση γίνεται σύμφωνα με το μοντέλο «πληρώνεις όσο χρησιμοποιείς» (pay as you go). Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, το γεγονός αυτό το καθιστά, ως μια πολύ φτηνή επιλογή, τη φιλοξενία διαφόρων εφαρμογών από την στιγμή που υπάρχει ζήτηση από τους χρήστες. Ένα από τα χαρακτηριστικά του είναι το χαμηλό κόστος εργασίας.

Private cloud (Ιδιωτικό νέφος):

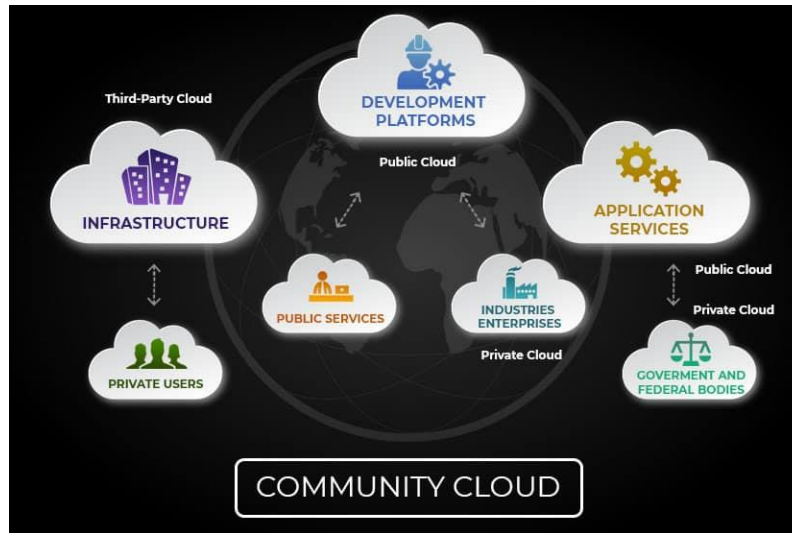


Εικόνα 1.4: Ιδιωτικό νέφος

Σε αυτό το μοντέλο η υποδομή ανήκει σε έναν πάροχο ο οποίος είναι και υπεύθυνος για τη λειτουργία του, χωρίς αυτό να σημαίνει αναγκαστικά ότι πρέπει οι υποδομές να βρίσκονται στις εγκαταστάσεις του οργανισμού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι χρήστες να έχουν μεγαλύτερη ελευθερία και να νιώθουν εμπιστοσύνη μεταξύ πάροχου και πελάτη. Οι επιχειρήσεις έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν τις

πολιτικές ασφάλειας προστασίας και ιδιωτικότητας που αυτές θέλουν. Κάτι τέτοιο γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι ανεβάζει το κόστος του συγκεκριμένου τύπου μιας και χρειάζονται περισσότεροι πόροι αλλά και ανθρώπινο δυναμικό σε σχέση με τα άλλα μοντέλα.

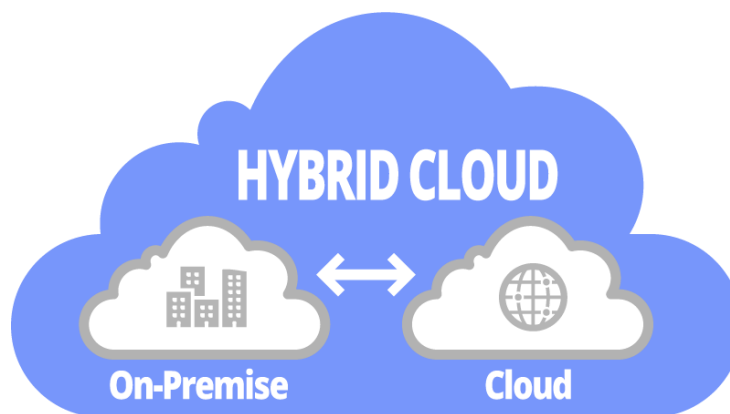
Community cloud (Κοινοτικό νέφος):



Εικόνα 1.5: Κοινοτικό νέφος

Το συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιείται από εταιρείες που έχουν κοινούς σκοπούς λειτουργίας μεταξύ τους και μπορούν να δημιουργήσουν μια κοινότητα ώστε να χτίσουν ένα κέντρο δεδομένων. Όπως γίνεται αντιληπτό σε αυτό έχουν πρόσβαση όλα τα μέλη της κοινότητας. Αυτό βοηθάει στην μείωση του κόστους διαχείρισης αλλά και στη μείωση του κόστους συντήρησης. το κοινοτικό νέφος, παρέχει στους χρήστες του μεγάλη δυνατότητα ελέγχου των κοινών πόρων υποδομής που χρησιμοποιούνται.

Hybrid cloud (Υβριδικό νέφος):



Εικόνα 1.6: Υβριδικό νέφος

Το υβριδικό μοντέλο χρησιμοποιεί το δημόσιο αλλά και το ιδιωτικό μοντέλο παράλληλα. Κάποια κομμάτια των δεδομένων αποθηκεύονται στο ιδιωτικό και κάποια άλλα στο δημόσιο. Για να γίνει αυτό χρειάζεται τα δύο αυτά μοντέλα να έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς των δεδομένων αλλά και ολόκληρων εφαρμογών ώστε να μπορούν να έχουν επικοινωνία μεταξύ τους. Το γεγονός ότι χρησιμοποιεί και τα δύο μοντέλα του δίνει την δυνατότητα να χρειάζεται λιγότερους οικονομικούς πόρους από το ιδιωτικό μοντέλο.

1.5 Πλεονεκτήματα

Στην εποχή που ζούμε το υπολογιστικό νέφος με τον έναν η τον άλλον τρόπο έχει μπει για τα καλά στην ζωή μας. Είτε μέσω του κινητού τηλεφώνου μας είτε μέσω ενός σταθερού υπολογιστή ή λάπτοπ της εργασίας μας. Σίγουρα αυτή η τεχνολογία έχει πολλά θετικά, παρακάτω θα αναφέρουμε κάποια από αυτά.

Πρόσβαση από οπουδήποτε : Χρησιμοποιώντας τις διαδικτυακές εφαρμογές οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα για πρόσβαση από οπουδήποτε μπορούν οι εταιρίες να συνδεθούν όποτε θέλουν κάτι το οποίο είναι πολύ χρήσιμο ειδικά στην εποχή που βιώνουμε όπου η τηλεργασία έχει γίνει αναγκαστική για τις εταιρίες.

Μοντέλο Pay-per-use: Το γεγονός ότι οι χρήστες πληρώνουν ανάλογα με τη χρήση που κάνουν είναι ιδιαίτερα θετικό για εταιρείες που δεν μπορούν να έχουν δική τους υποδομή. Δίνεται η επιλογή στις εταιρείες να αγοράσουν τις υπηρεσίες που έχουν ανάγκη και για το συγκεκριμένο χρόνο που θέλουν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό τους. Στην ουσία αντί να είναι αναγκασμένες να έχουν ένα κέντρο δεδομένων που να μένει αχρησιμοποίητο για μεγάλο χρονικό διάστημα νοικιάζουν ένα όποτε και όταν έχουν ανάγκη.

Αυξημένη ευελιξία: Εξαιτίας της ελαστικής διαθέσιμης υποδομής που υπάρχει στο Cloud computing , είναι εφικτή η άμεση ανταπόκριση και διάθεση των υπηρεσιών είτε πρόκειται για αυξημένη είτε για μειωμένη ζήτηση. [Above the Clouds]

Φιλικό προς το περιβάλλον : Το Υπολογιστικό Νέφος μπορεί να συμβάλει στη μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, καθώς υπηρεσίες πληροφορικής για επιχειρήσεις και οργανισμούς φιλοξενούνται στο «νέφος» και έτσι οι επιχειρήσεις δεν είναι αναγκασμένες να έχουν τοπικούς Server στον φυσικό τους χώρο οποίο είναι ενεργοβόρο.

1.6 Μειονεκτήματα

Ασφάλεια (Security): Ένας βασικός προβληματισμός που απασχολεί τις επιχειρήσεις όταν είναι να μεταφερθούν στο Υπολογιστικό Νέφος, είναι το ποσοστό ασφάλειας σχετικά με τις υποδομές Νέφους και η αξιοπιστία των υπηρεσιών αυτών. Συγκεκριμένα, το μεγάλο πρόβλημα είναι η ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων γιατί όπως γίνεται κατανοητό οι πελάτες δεν είναι σε θέση να ξέρουν τη θέση των δεδομένων τους οπότε δεν μπορούν να έχουν και τον έλεγχο των δεδομένων . Στην πραγματικότητα ο πάροχος ενός υπολογιστικού νέφους είναι σε πλεονεκτική θέση για τη σχεδίαση και τη δημιουργία καλύτερων πολιτικών ασφαλείας σε σχέση με μια μικρομεσαία εταιρεία, γιατί αφενός χρησιμοποιούν ειδικούς επιστήμονες και αφετέρου ακολουθούν πιστοποιημένες διαδικασίες ασφαλείας, επειδή εξειδικεύονται στο συγκεκριμένο αντικείμενο είναι πιο εύκολο να έχουν συστήματα με υψηλή αξιοπιστία.

Αξιοπιστία (Reliability): Ένα από τα αρνητικά του υπολογιστικού νέφους λέγεται ότι είναι η εξάρτηση που έχουν οι χρήστες από το διαδίκτυο μιας και δεν μπορούν να συνδεθούν χωρίς να έχουν πρόσβαση σε αυτό. Όπως γίνεται αντιληπτό πρέπει να υπάρχει πάντα διαθέσιμη σύνδεση στο διαδίκτυο ώστε ο χρήστης να έχει πρόσβαση στο νέφος.

Δέσμευση (Lock-in) : Πολλές φορές οι επιχειρήσεις κατά τη χρήση των υπηρεσιών του Υπολογιστικού Νέφους θέλουν να μεταφερθούν σε κάποιον διαφορετικό πάροχο ή ζητάνε την μετεγκατάσταση των δεδομένων και των υπηρεσιών στις δικές τους εγκαταστάσεις. Δυστυχώς κάτι τέτοιο δεν μπορεί να γίνει αποτελεσματικά μιας και δεν υπάρχουν τα κατάλληλα εργαλεία, με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίζεται με ασφάλεια η φορητότητα των δεδομένων, των εφαρμογών και των υπηρεσιών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργείται μια σχέση εξάρτησης από έναν πάροχο νέφους για την παροχή υπηρεσιών.

1.7 Κόστος του Υπολογιστικού Νέφους

Όπως έχουμε πει και παραπάνω, το υπολογιστικό νέφος είναι περισσότερο οικονομικό από την πλευρά της κατανάλωσης ενέργειας, γι' αυτό και η άνοδος του έρχεται σε περιόδους οικονομικής κρίσης. Φυσικά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν έχει έξοδα κατασκευής και συντήρησης. Το μεγάλο κόστος ενός Υπολογιστικού Νέφους είναι η αγορά και η εγκατάσταση των servers, όπως φυσικά και η συντήρησή του είναι ένα αρκετά πολυέξοδο πράγμα που πρέπει να υπολογίσουν οι εταιρείες όταν σκέφτονται την δημιουργία του. Γι' αυτό και πολλές εταιρείες προτιμούν να δανείζονται ένα cloud από μεγάλες εταιρείες παροχής παρά να φτιάχνουν οι ίδιες.

Οι εκάστοτε εταιρείες δανείζονται χώρο από τους παρόχους και πληρώνουν με βάση τη συμφωνία που έχουν κάνει και με τη χρήση των υπηρεσιών που χρησιμοποιούν. Το μοντέλο αυτό ονομάζεται "pay as you go" («πληρώνεις όσο χρησιμοποιείς»). Το Pay-as-you-go cloud computing (PAYG cloud computing) είναι ένας τρόπος πληρωμής για το Υπολογιστικό Νέφος που χρεώνεται με βάση τη χρήση. Η πρακτική αυτή είναι παρόμοια με εκείνη των λογαριασμών κοινής ωφέλειας. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου pay-as-you-go είναι ότι δεν υπάρχει σπατάλη πόρων, δεδομένου ότι οι χρήστες πληρώνουν μόνο για τις υπηρεσίες που προμηθεύονται, αντί να προβλέπουν ένα συγκεκριμένο ποσό πόρων που ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν ή όχι. Με τον παραδοσιακό επιχειρηματικό σχεδιασμό, οι χρήστες αρχίζουν να αποθηκεύουν δεδομένα για να χειρίζονται τον μέγιστο φόρτο εργασίας αλλά με το δημόσιο cloud, η μέθοδος pay-as-you-go επιτρέπει να χρεώνεται μόνο για ό, τι αποθηκεύεται. Οι πλατφόρμες pay-as-you-go, όπως το Amazon EC2, παρέχουν υπηρεσίες επιτρέποντας στους χρήστες να σχεδιάζουν υπολογιστικούς πόρους και χρεώσεις μόνο με ό, τι χρησιμοποιούν. Οι χρήστες επιλέγουν τη CPU, τη μνήμη, τον αποθηκευτικό χώρο, το λειτουργικό σύστημα, την ασφάλεια, τη χωρητικότητα δικτύωσης και τα στοιχεία ελέγχου πρόσβασης και οποιοδήποτε πρόσθετο λογισμικό απαιτείται για τη λειτουργία του περιβάλλοντός τους.[Erin Sullivan, March 2015]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Κινητό Υπολογιστικό Νέφος

2.1 Τι είναι το Κινητό Υπολογιστικό Νέφος

Τα τελευταία χρόνια τα κινητά τηλέφωνα έχουν αποκτήσει μεγάλη υπολογιστική ισχύ, ενώ συγχρόνως παράγουν μεγάλο όγκο δεδομένων (φωτογραφίες, βίντεο κλπ). Το Κινητό Υπολογιστικό Νέφος (ΚΥΝ) ήρθε να λύσει αυτό το πρόβλημα. Ουσιαστικά είναι ένας συνδυασμός του Υπολογιστικού Νέφους και της υπολογιστικής δύναμης που έχουν οι Κινητές συσκευές. Το γεγονός ότι κληρονομούν αρκετά χαρακτηριστικά και από τις δυο τεχνολογίες (κινητικότητα, υπολογιστική ισχύ) τα κάνει αρκετά περίπλοκα [Ravindranath, K., N. Tejaswini, and K. Anusha, 2013]. Παρακάτω θα γίνει μια παρουσίαση για το πώς αυτές οι 2 τεχνολογίες μπορούν και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

2.2 Τα χαρακτηριστικά του ΚΥΝ

Τα χαρακτηριστικά του Κινητού Υπολογιστικού Νέφους κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες και μπορούν να αναλυθούν ως εξής. [Ravindranath, K., N. Tejaswini, and K. Anusha, 2013]

Υλικοτεχνική υποδομή και ανεξαρτησία:

Όλες οι υποδομές και οι ενέργειες που εκτελούνται στα ΚΥΝ υπάρχουν στους server του cloud και όχι στην συσκευή του κινητού. Μια κινητή συσκευή δεν μπορεί να έχει δυνατό επεξεργαστή ούτε μεγάλη μνήμη και φυσικά έχει περιορισμένη ενέργεια μιας και λειτουργεί με μπαταρία. Οπότε γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι εφαρμογές που ζητάνε επεξεργαστική ισχύ δεν γίνεται να λειτουργούν στο κινητό. Αυτό το πρόβλημα ήρθε να λύσει η τεχνολογία ΚΥΝ. Ένα Νέφος χρησιμοποιεί υπερ-επεξεργαστές, τεράστιο αποθηκευτικό χώρο, συνδέσεις με υψηλές ταχύτητες όπου μπορεί ο χρήστης να τα χρησιμοποιήσει. Στην ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική περιλαμβάνονται και οι σταθμοί βάσης των ασύρματων δικτύων όπου συνδέονται με το κινητό τερματικό του χρήστη με τεχνολογίες 3G, 4G αλλά και Wifi, αυτό κάνει την μεταφορά των δεδομένων γρηγορότερη.

Αποτελεσματικότητα στην επεξεργασία:

Όπως είπαμε και παραπάνω το ΚΥΝ διαθέτει τεράστια επεξεργαστική ισχύ το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να μπορεί να εκτελέσει την επεξεργασία των δεδομένων σε πολύ γρήγορο χρόνο και με καλό αποτέλεσμα. Σε περίπτωση που το περιβάλλον της εφαρμογής βρίσκεται εγκαταστημένο σε ένα ΚΥΝ μπορούμε να έχουμε τα αποτελέσματα χωρίς να χρειαστεί να εκτελεστούν στο κινητό μας. Επομένως εφαρμογές ή άλλες διεργασίες που χρειάζονται για να λειτουργήσουν ισχυρούς επεξεργαστές, έχουμε την δυνατότητα να τις εκτελούμε εκτός των κινητών τηλεφώνων.

Ευκολία ανταλλαγής δεδομένων:

Το Νέφος έχει αποθηκευμένες μεγάλες ποσότητες δεδομένων και τις μοιράζει ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών αλλά και των μηχανισμών που έχουν, ο τύπος των δεδομένων είναι προσωρινής μνήμης (cache) όπου και είναι άμεσα διαθέσιμα, το εύρος ζώνης είναι τέτοιο ώστε μπορούν να ανακτηθούν γρήγορα. Επίσης με τις ταχύτητες που έχουν πλέον τα δίκτυα (ασύρματα και ενσύρματα) μπορούμε να μεταφέρουμε μεγάλους όγκους δεδομένων παράλληλα σε πολλούς χρήστες.

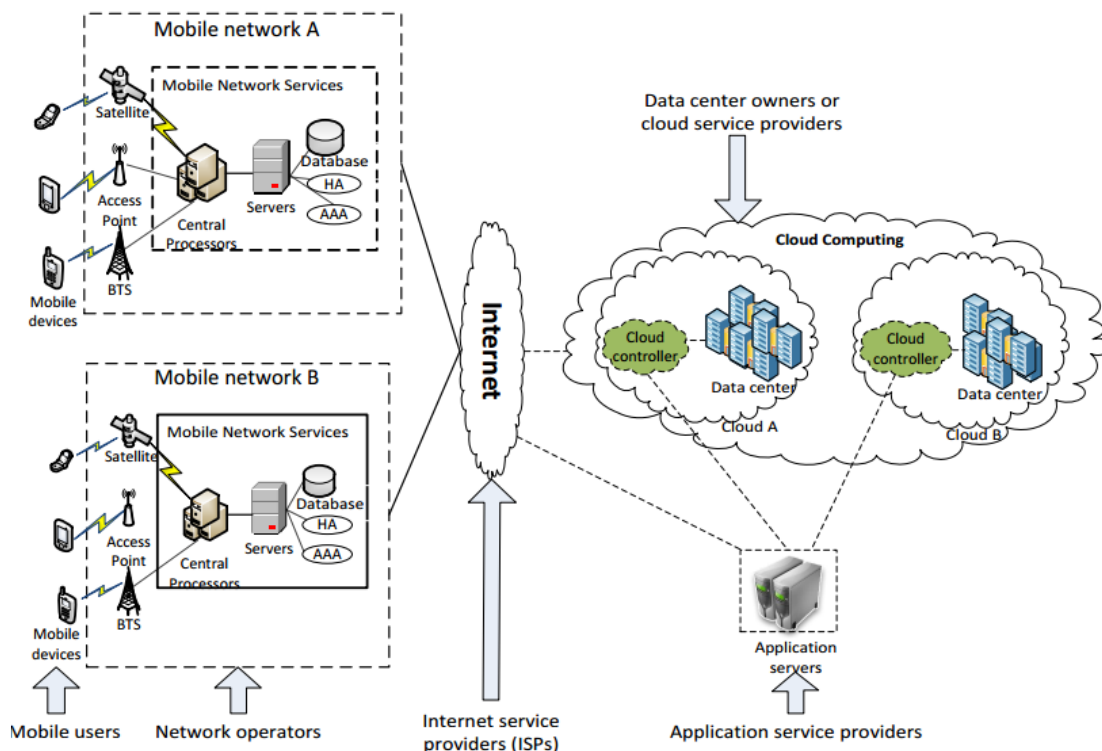
Γεωγραφική Επέκταση (Mobility):

Το ΚΥΝ δεν έχει γεωγραφικούς περιορισμούς μιας και ο χρήστης μπορεί εξυπηρετηθεί από οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι πολύ βασικό μιας και ο συνδυασμός του cloud με τις τεχνολογίες των ασύρματων και κινητών δικτύων βοηθάει τον χρήστη ώστε να εξυπηρετηθεί και από τις δυο σκοπιές. Ο χρήστης χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες κινητών και ασύρματων δικτύων μπορεί να συνδεθεί στο cloud χωρίς να είναι υποχρεωμένος να βρίσκεται σε σταθερό μέρος. Μπορεί να είναι στον

δρόμο ή στην θάλασσα και να εξυπηρετείται αρκεί να συνδέεται με δεδομένα.

2.3 Αρχιτεκτονική του ΚΥΝ

Ένα ΚΥΝ είναι ένα δίκτυο μεγάλης κλίμακας το οποίο έχει επικοινωνία με διακομιστές σε διαφορετικά κέντρα δεδομένων. Η αρχιτεκτονική του στις υπηρεσίες χρησιμοποιούν μια ιδέα διαφορετικών στρωμάτων, επιπέδων και το οποίο φαίνεται και στην Εικόνα 2.1, όπου θα την αναλύσουμε παρακάτω. [Hoang.T. Dinh, C. Lee, D. Niyato, P. Wang 2011]



Εικόνα 2.1: Αρχιτεκτονική του Κινητού Υπολογιστικού νέφους

Μοντέλο Λειτουργίας

Στην αρχή οι συσκευές συνδέονται με τα δίκτυα χρησιμοποιώντας τους σταθμούς βάσης. Σταθμός βάσης μπορεί να είναι κάποιος δορυφόρος ή κάποιο σημείο πρόσβασης (Access point) και η δουλειά τους είναι να ελέγχουν και να εγκαθιστούν τις συνδέσεις τους μεταξύ της κινητής συσκευής και του δικτύου. Όταν κάποιος χρήστης αιτείται πληροφορίες ή κάποια εκτέλεση εργασίας, αποστέλλονται οι πληροφορίες της συσκευής του χρήστη στους τοπικούς επεξεργαστές, που με την σειρά τους έχουν συνδεθεί στους κεντρικούς υπολογιστές οι οποίοι μοιράζουν και την δικτυακή υπηρεσία. Το πρωτόκολλο που ακολουθείται από την υπηρεσία που δίνεται στον χρήστη είναι το Authentication, Authorization, Accounting η αλλιώς AAA, και είναι βασισμένα στον Home Agent (HA).

Στην συνέχεια τα αιτήματα που έχουν κάνει οι χρήστες πηγαίνουν σε ένα Νέφος. Στο Υπολογιστικό Νέφος τα αιτήματα θα επεξεργαστούν ώστε να είναι σε θέση να επιλέξουν τις αντίστοιχες υπηρεσίες που έχουν αιτηθεί οι χρήστες. Οι υπηρεσίες αυτές ανήκουν σε παρόχους και είναι ανεπτυγμένες με τις έννοιες όπως Υπολογιστική χρονομίσθωση και εικονοποίηση πόρων. Σε αυτό το σημείο γίνονται οι εργασίες που αιτήθηκε ο χρήστης ώστε να παραχθούν οι κατάλληλες πληροφορίες. Υπάρχει περίπτωση κάποιες λεπτομέρειες στην αρχιτεκτονική του ΚΥΝ να διαφοροποιούνται ανάλογα με το περιβάλλον. Γενικά χρησιμοποιείται η αρχιτεκτονική των τεσσάρων επιπέδων μιας και έχει αποδειχτεί η αποτελεσματικότητά της στις απαιτήσεις των χρηστών. [Hoang.T. Dinh, C. Lee, D. Niyato, P. Wang 2011]

Επίπεδα Αρχιτεκτονικής

Παρακάτω θα αναλύσουμε τα τέσσερα επίπεδα της αρχιτεκτονικής

Data centers layer: Αυτό το επίπεδο παρέχει τον εξοπλισμό και την υποδομή για το cloud. Στα Κέντρα Δεδομένων και ένας αριθμός από διακομιστές είναι συνδεδεμένος με δίκτυα υψηλής ταχύτητας ώστε να είναι σε θέση να παρέχουν άμεσα υπηρεσίες στους πελάτες. Τα κέντρα δεδομένων συνηθίζεται να φτιάχνονται σε αραιοκατοικημένες περιοχές, και να έχουν σταθερή παροχή ρεύματος και χαμηλό κίνδυνο καταστροφής από φυσικά αίτια.

IaaS: Το συγκεκριμένο επίπεδο βρίσκεται πάνω από το Κέντρο Δεδομένων, και δίνεται η δυνατότητα να υπάρχει πρόσβαση σε πλατφόρμες υλικού, το δίκτυο και τα αποθηκευτικά μέσα. Ο εκάστοτε χρήστης συνήθως πληρώνει με βάση την χρήση που κάνει, έτσι τους δίνεται η δυνατότητα να εξοικονομήσουν χρήματα καθώς η χρέωση γίνεται μόνο στον πόρο που χρησιμοποιούν πραγματικά. Η υποδομή έχει την δυνατότητα να επεκταθεί ή να συρρικνωθεί μιας και χρησιμοποιεί εικονικές πλατφόρμες.

PaaS: Το συγκεκριμένο επίπεδο προσφέρει πρόσβαση σε προγραμματιστικό περιβάλλον ή ένα περιβάλλον εργασίας. Οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν και να εκτελέσουν τις εφαρμογές τους εντός του περιβάλλοντος που τους παρέχεται.

SaaS: Το επίπεδο αυτό δίνει την δυνατότητα πρόσβασης σε μια σειρά από εφαρμογές λογισμικού. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε εφαρμογές αλλά και σε πληροφορίες χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο και να πληρώνουν μόνο ό,τι χρησιμοποιούν.

2.4 Πλεονεκτήματα του KYN

Στην προηγούμενη ενότητα αναφέραμε τα χαρακτηριστικά του KYN, παρακάτω θα πούμε κάποια από τα πλεονεκτήματα του KYN

Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής μπαταρίας

Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά για την αγορά μιας κινητής συσκευής είναι το μέγεθος της μπαταρίας, μιας και χωρίς αυτήν δεν μπορούν να λειτουργήσουν οι κινητές συσκευές. Τα τελευταία χρόνια έχουν παρουσιαστεί αρκετές λύσεις για καλύτερευση της επεξεργαστικής ισχύς ώστε να μειωθεί η κατανάλωση της ενέργειας όσο το δυνατόν περισσότερο. Για να εφαρμοστούν αυτές οι προτάσεις θα πρέπει να γίνουν αλλαγές στην αρχιτεκτονική, που σημαίνει αύξηση των δαπανών χωρίς να έχουμε εγγυημένο αποτέλεσμα μιας και δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν οι αλλαγές αυτές θα είναι εφαρμόσιμες με όλες τις συσκευές. Το πρόβλημα αυτό ήρθε να καλύψει η τεχνική offloading. Ο σκοπός αυτής της τεχνικής είναι η διεργασία των δύσκολων υπολογιστικών διαδικασιών στους server του cloud και όχι στο ίδιο το κινητό. Έτσι μπορούμε να γλυτώσουμε ενέργεια από την μπαταρία της συσκευής μιας και οι πολύπλοκες εφαρμογές εκτελούνται στο cloud. Από έρευνες έχει φανεί ότι σε μερικές περιπτώσεις μπορούμε να έχουμε μέχρι και 45% οικονομία στην μπαταρία.

Αποθηκευτικός χώρος και μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ

Ένα άλλο μόνιμο πρόβλημα των κινητών συσκευών είναι η έλλειψη αποθηκευτικού χώρου. Αυτό το πρόβλημα ήρθε να λύσει η τεχνολογία του KYN, δίνοντας την δυνατότητα στους χρήστες να αποθηκεύουν μεγάλο όγκο δεδομένων στο cloud χρησιμοποιώντας ένα ασύρματο δίκτυο. Πλέον υπάρχουν αρκετές εφαρμογές που μπορούν να αποθηκεύσουν άμεσα τα δεδομένα, πχ amazon siple storage service. Οι εφαρμογές αυτές έχουν την δυνατότητα να αποθηκεύσουν απευθείας εικόνες και βίντεο την ώρα που τραβάμε την εικόνα. Το KYN μπορεί επίσης να βοηθήσει στην μείωση του κόστους των πολύπλοκων εφαρμογών που όταν εκτελούνται στο κινητό έχουμε μεγάλη απώλεια σε χρόνο αλλά και σε ενέργεια της μπαταρίας. Υποστηρίζει με αποτέλεσμα την αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων αλλά και διαχείριση και συγχρονισμό εγγράφων όπως επίσης και την μετάδοση πολυμέσων στην κινητή συσκευή μας. Αν όλα τα παραπάνω γίνονταν στην κινητή συσκευή θα είχαμε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας όπως επίσης και θα καθυστερούσαμε μιας και είναι δύσκολες και επίπονες διαδικασίες για τις κινητές συσκευές. Χρησιμοποιώντας το KYN όλα αυτά γίνονται γρήγορα και χωρίς να καταναλώνει μπαταρία η κινητή

συσκευή. (9)

Φορητότητα

Με το KYN οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να μετακινούνται όπου και όποτε θέλουν χωρίς να πρέπει να είναι σε ένα σημείο, γιατί από την στιγμή που θα έχουν δίκτυο θα μπορούν και να εξυπηρετούνται. Επίσης η φορητότητα δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να εξυπηρετείται από διαφορετικές συσκευές. Παρακάτω θα αναλύσουμε τα σενάρια χρήσης της φορητότητας του KYN όπως τα παρουσίασε ο Satyanarayanan. [M. Satyanarayanan, P. Bahl, R. Caceres, and N. Davies.2009]

Σενάριο 1: Εξαφάνιση παιδιού

Η εφαρμογή που έχει στην διάθεση της η αστυνομία δίνει τη δυνατότητα στους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής να έχουν πρόσβαση σε φωτογραφίες του παιδιού που αγνοείται ώστε να βοηθήσουν στην έρευνα. Οι κάτοικοι έχουν την δυνατότητα να στέλνουν και οι ίδιοι φωτογραφίες για αναγνώριση. Οι φωτογραφίες αυτές σώζονται και επεξεργάζονται από την εφαρμογή.

Σενάριο 2: Προβλήματα λόγω σεισμού

Μετά από έναν δυνατό σεισμό η επικοινωνία είναι αδύνατη και η περιοχή είναι μη αναγνωρίσιμη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα σωστικά συνεργεία να μην μπορούν να κινηθούν γρήγορα. Εφαρμογή στο KYN θα μπορεί να στείλει φωτογραφίες με γεωγραφικό στίγμα και με πληροφορίες, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένας χάρτης από φωτογραφίες που θα βοηθήσει τα σωστικά συνεργεία.

Σενάριο 3: Ιατρική βοήθεια

Ένας γιατρός θέλει την γνώμη ενός άλλου γιατρού ο οποίος βρίσκεται εκτός νοσοκομείου. Με την βοήθεια της εφαρμογής τηλεϊατρικής θα μπορέσει να του στείλει όλες τις λεπτομέρειες της εγχείρησης (εικόνα, ζωτικές πληροφορίες), έτσι θα μπορέσει ο γιατρός να κάνει την διάγνωση και να βοηθήσει την εγχείρηση.

Βελτίωση της αξιοπιστίας

Όταν αποθηκεύουμε δεδομένα ή εκτελούμε εφαρμογές στο Νέφος έχουμε μεγαλύτερη ασφάλεια μιας και τα δεδομένα μας δημιουργούν αντίγραφα ασφαλείας σε διάφορους υπολογιστές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην έχουμε απώλεια σε δεδομένα ακόμα και αν η κινητή μας συσκευή πάθει κάποια ζημιά ή κλαπεί. Εκτός από αυτό το KYN μπορεί να παρέχει στους χρήστες διάφορα μοντέλα ασφαλείας. Όπως για παράδειγμα, υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί η τεχνική ασφαλείας προστασίας πνευματικών δεδομένων. Με αυτήν την τεχνική προστατεύονται τα πνευματικά κατοχυρωμένα ψηφιακά αρχεία μη αφήνοντας να γίνει παράνομη αναδιανομή.(9)

Επεκτασιμότητα

Είναι ένα από τα θετικά του υπολογιστικού νέφους που κληρονομεί και το KYN (όπως και τα παρακάτω). Το KYN έχει την δυνατότητα να αυξήσει τους πόρους που παρέχει σε έναν χρήστη σε περίπτωση που αυτό ζητηθεί. Αυτό βοηθάει γιατί ο χρήστης καμιά φορά χειρίζεται περισσότερους πόρους από ότι είχε υπολογίσει.

Ευκολία εύρεσης υπηρεσιών

Οι χρήστες έχουν το δικαίωμα να χρησιμοποιήσουν διάφορες υπηρεσίες που παρέχουν οι πάροχοι του KYN. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι χρήστες να μπορούν να εξυπηρετηθούν από τους παρόχους με βάση τις ανάγκες τις οποίες έχουν.

Χρονομίσθωση

Οι πάροχοι του KYN έχουν την δυνατότητα να μισθώσουν τις εγκαταστάσεις μοιράζοντας τους πόρους. Με αυτό τον τρόπο εξυπηρετούν ταυτόχρονα πολλούς χρήστες οι οποίοι πληρώνουν με βάση την χρήση που κάνουν.

2.5 Προβλήματα του KYN

Πιο πάνω αναφέραμε τα θετικά του KYN, ωστόσο επειδή το KYN αποτελείται από 2 διαφορετικούς

τομείς δηλαδή το υπολογιστικό νέφος και τα κινητά δίκτυα τα KYN έχουν μια σειρά από προβλήματα. Τα προβλήματα χωρίζονται σε κατηγορίες: η μια είναι τα προβλήματα των κινητών δικτύων και η άλλη των ασύρματων δικτύων.

Χαμηλό Εύρος Ζώνης

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα του KYN είναι το χαμηλό εύρος ζώνης. Σε μέρη με πολύ κόσμο (γήπεδα, συναυλιακά κέντρα) που προσπαθεί να συνδεθεί ταυτόχρονα δημιουργείται πρόβλημα στη σύνδεση, μιας και ένας σταθμός βάσης δεν μπορεί να εξυπηρετήσει έναν τόσο μεγάλο αριθμό χρηστών Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην μπορούν να συνδεθούν κάποιοι από τους χρήστες. Φυσικά αυτό έχει να κάνει και με τον τύπο σύνδεσης του κάθε χρήστη. Ο Hoang T. Dinh έφτιαξε ένα σενάριο που περιλαμβάνει πολλούς χρήστες σε ένα γήπεδο, και μας δείχνει κάποια αποτελέσματα σχετικά με το πρόβλημα χαμηλού εύρους ζώνης. Στο παράδειγμα μας έχουμε ένα στάδιο το οποίο φιλοξενεί έναν αγώνα με αρκετούς φίλαθλους, ας υποθέσουμε ότι οι φίλαθλοι θέλουν να δουν ένα συγκεκριμένο βίντεο. Στην περίπτωση αυτή η κοντινή υποδομή του cloud έχοντας αποθηκεύσει προσωρινά το βίντεο, έχει την δυνατότητα να εξυπηρετήσει τους χρήστες. Σε περίπτωση όμως που οι χρήστες επιθυμήσουν διαφορετικό βίντεο σε περιορισμένη χρονική στιγμή τότε θα υπάρξει το πρόβλημα στο εύρος ζώνης και δεν θα μπορέσουν να εξυπηρετηθούν όλοι οι χρήστες. Από το παραπάνω παράδειγμα γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι το εύρος ζώνης επηρεάζεται σημαντικά από την σύνδεση του κινητού, το πλήθος των χρηστών και τις δυνατότητες του δικτύου.

Διαθεσιμότητα

Ένα από τα προβλήματα που συναντούν οι χρήστες είναι η έλλειψη άμεσης πρόσβασης στο KYN, ο βασικός λόγος είναι η έλλειψη συνδεσιμότητας. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι σε περίπτωση που οι χρήστες δεν έχουν καλή ή καθόλου σύνδεση τότε δεν μπορούν να αποστείλουν αλλά και να κάνουν λήψη δεδομένων που έχουν να κάνουν με το KYN.

Η έλλειψη καλού δικτύου μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους όπως τα φυσικά εμπόδια αλλά και οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, γι' αυτό και χρειάζεται πολύ καλή σχεδίαση ειδικά όταν πρόκειται να υποστηρίξει ένα KYN. Μια από τις τεχνικές που έχουν παρουσιαστεί βασίζεται στην χρήση των γειτονικών πόρων οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με το KYN. Ουσιαστικά η σύνδεση γίνεται κατά έναν τρόπο ad-hoc, μιας και η επικοινωνία δεν είναι απευθείας αλλά μέσω γειτονικών πόρων. Κάτι τέτοιο είναι αρκετά βοηθητικό χωρίς όμως να λύνει τελείως το πρόβλημα μιας και σε απομακρυσμένες περιοχές και όταν υπάρχει θόρυβος δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα.

Ετερογένεια

Στα KYN οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως οι 3G,4G,WCDMA,GPRS, Wi-Fi και WLAN. Επειδή υπάρχουν τόσοι πολύ διαφορετικοί τύποι σύνδεσης δημιουργείται πρόβλημα.

Διάφοροι επιστήμονες προσπάθησαν να λύσουν αυτό το πρόβλημα, ένας από αυτούς είναι ο Klein ο οποίος πρότεινε μια νέα αρχιτεκτονική σύνδεσης, Παρακάτω θα αναλύσουμε αυτήν την αρχιτεκτονική. Η αρχιτεκτονική αυτή φτιάχτηκε έχοντας σαν αρχή το μοντέλο IRNA (Intelligent Radio Network Access). Το συγκεκριμένο μοντέλο ασχολείται με την ετερογένεια των δικτύων. Για να καταφέρουμε να εφαρμόσουμε το μοντέλο θα πρέπει αυτό να γίνει με την βοήθεια μιας Αρχιτεκτονικής Διαχείρισης Περιεχομένων (Context Management Architecture). Αυτό γίνεται για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των διαφορετικών πληροφοριών. Η αρχιτεκτονική αποτελείται από τρία στοιχεία (context provider, context broker και context consumer).

Όταν ο context consumer θέλει να επικοινωνήσει με έναν context provider, ο context consumer πρέπει να αιτηθεί το Uniform Resource Identifier (URI) από τους context providers στον context broker. Έχοντας αυτό το URI, ο context consumer έχει την δυνατότητα να επικοινωνήσει απευθείας με τον context provider και να ζητήσει δεδομένα. Επομένως αυτή η διαδικασία αυξάνει την ταχύτητα παράδοσης των δεδομένων. Επιπλέον όταν ο context quality enabler δέχεται τα απαιτούμενα για την καλή ποιότητα από τον context consumer, ο context quality enabler θα φιλτράρει τα URI από τους context providers οι οποίοι δεν είναι κατάλληλοι με το απαιτούμενο επίπεδο ποιότητας. Έτσι, αυτή η αρχιτεκτονική επιτρέπει την διαχείριση της ποιότητας ανάλογα με τις απαιτήσεις των context consumers. [Klein et al., 2010]

Αποτελεσματικότητα Υπολογιστικής Αποφόρτισης (Offloading):

Όπως γράψαμε και παραπάνω ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των KYN είναι η υπολογιστική αποφόρτιση. Για να πετύχουμε την αύξηση διάρκειας ζωής της μπαταρίας αλλά και την αποτελεσματική απόδοση των εφαρμογών μας.

Η τεχνική της Υπολογιστικής Αποφόρτισης μπορεί να έχει πολλά θετικά αλλά δεν είναι πάντα η σωστότερη επιλογή μιας και σε μερικές περιπτώσεις δεν βοηθάει ιδιαίτερα. Αν για παράδειγμα, έχουμε μια μικρή σε μέγεθος εφαρμογή και θέλουμε ένα κομμάτι κώδικα να το πάμε στο KYN ο χρόνος μεταφοράς θα είναι τέτοιος που θα ισούται ή θα είναι μεγαλύτερος από τον χρόνο εκτέλεσης στην κινητή συσκευή. Αν υπολογίσουμε ότι δεν θα έχουμε πάντα καλή σύνδεση συμπεραίνουμε ότι η επιλογή της υπολογιστικής αποφόρτισης είναι ένα βασικό πρόβλημα. Για να επιλέξουμε κάποια τεχνική θα πρέπει πρώτα να απαντάμε σε τρία ερωτήματα το πότε, το τι και το πώς. Πότε η τεχνική της Υπολογιστικής Αποφόρτισης είναι κατάλληλη να επιλεγεί, τι ακριβώς πρέπει να μεταφερθεί στο Κινητό Υπολογιστικό Νέφος και το πώς πρέπει να γίνει αυτό.

Ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι το πρώτο πράγμα που κοιτάνε οι χρήστες ώστε να εμπιστευτούν η όχι το KYN. Όμως και σε αυτήν την τεχνολογία υπάρχουν κάποια προβλήματα όσον αφορά στην ασφάλεια των χρηστών και των δεδομένων. Οι χρήστες για την ασφάλεια τους συνηθίζουν να εγκαθιστούν εφαρμογές και προγράμματα αντιμετώπισης καθώς είναι εύκολα στην εγκατάσταση και την χρήση τους. Το αρνητικό είναι ότι οι κινητές συσκευές δυσκολεύονται να τα βγάλουν πέρα σε οργανωμένες επιθέσεις από μεγαλύτερα υπολογιστικά συστήματα μιας και η επεξεργαστική ισχύ αλλά και η διάρκεια ζωής της μπαταρίας δεν επαρκούν. Οπότε η αναγνώριση ενός κακόβουλου λογισμικού στο κινητό δεν γίνεται εύκολα γι'αυτό και απευθύνεται στο KYN. Το KYN έχει όλα αυτά που χρειάζονται ώστε να ανταπεξέλθει σε μια επίθεση από κακόβουλο λογισμικό. Το πρόβλημα είναι ότι για να το κάνει αυτό χρειάζεται συνεχή επικοινωνία και ανάγνωση των περιεχομένων της κινητής συσκευής με αποτέλεσμα να έχει πρόβλημα η διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Ένα άλλο βασικό στοιχείο για την ασφάλεια των χρηστών είναι η ιδιωτικότητα τους. Πλέον όλες οι κινητές συσκευές έχουν δέκτες GPS. Μάλιστα αρκετές εφαρμογές ζητάνε πρόσβαση κατά την εγκατάσταση, ώστε να το χρησιμοποιήσουν. Όμως όταν η τοποθεσία της συσκευής χρησιμοποιείται από διαφορετικές εφαρμογές μπορεί να γίνει γνωστή και σε τρίτους. Μια λύση είναι ο διακομιστής ασφαλούς τοποθεσίας (Location Trusted Server – LTS). Ο διακομιστής έχει τον ρόλο του «μεσίτη» στην επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και των υπηρεσιών αναγνώρισης τοποθεσίας. Χρησιμοποιεί αλγορίθμους ασφαλείας και κάλυψης της ταυτότητας του χρήστη ώστε να μην αποκαλύπτεται η ταυτότητα του. Στην παρακάτω εικόνα μπορούμε να δούμε την συγκεκριμένη λύση με την χρήση του LTS.

Το δεύτερο μεγάλο θέμα είναι η ασφάλεια των δεδομένων μιας και πολλές φορές οι χρήστες αποθηκεύουν στο KYN προσωπικά στοιχεία. Ένα από τα σημαντικότερα είναι η ακεραιότητα των δεδομένων, μιας και είναι πολύ σημαντικό στην ανταλλαγή πληροφοριών. Για αυτό το λόγο προτείνεται μια τεχνική που περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία: τον χρήστη κινητής συσκευής, μια εφαρμογή αποθήκευσης δεδομένων στο Υπολογιστικό Νέφος και μια τρίτη εμπιστευτική δομή. Στην αρχή τα δεδομένα τα οποία πρόκειται να σταλούν περιλαμβάνουν και ένα μήνυμα αυθεντικοποίησης (MACFX) το οποίο αποθηκεύεται και τοπικά στην συσκευή. Στην φάση της επικαιροποίησης όταν ένας χρήστης επιθυμεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα του χρησιμοποιείται το συγκεκριμένο μήνυμα έτσι ώστε να γίνει η επαλήθευση και να έχουμε ως αποτέλεσμα την ακεραιότητα των δεδομένων. Έχει παρατηρηθεί ότι η τεχνική αυτή βοηθάει στην κατανάλωση της μπαταρίας μέχρι και 90%.

Ένα επίσης σημαντικό θέμα είναι αυτό της αυθεντικοποίησης. Η τεχνική αυτή θα δώσει πρόσβαση σε πληροφορίες σε έναν χρήστη. Για τα KYN η αυθεντικοποίηση είναι ένα διαρκές πρόβλημα μιας και μιλάμε για διαχείριση πολλών χρηστών αλλά και μεγάλο όγκο δεδομένων έχοντας υπόψιν και τους παράγοντες της επεξεργαστικής ισχύος και της κατανάλωσης μπαταρίας. Την λύση ήρθε να δώσει η αρχιτεκτονική TrustCube, Στα υπάρχοντα κινητά συστήματα η εισαγωγή πολύπλοκων κωδικών είναι δύσκολη με αποτέλεσμα να καταφεύγουμε σε κωδικούς μικρής πολυπλοκότητας (για παράδειγμα PIN). Η παρακάτω εικόνα αναλύει την αρχιτεκτονική του TrustCube. Όταν ο διακομιστής παραλάβει μια αίτηση για πρόσβαση ο ίδιος τον παραπέμπει στο Integrated Authenticated Service μαζί με τις πληροφορίες της αίτησης. Ο IAS παράγει τις πληροφορίες και τις στέλνει μέσω ασφαλούς σύνδεσης στον διακομιστή ΙΑ. Ο διακομιστής ΙΑ παραλαμβάνει τις πληροφορίες, παράγει μια έκθεση (report) και την στέλνει πάλι πίσω στο IAS. Εκεί ο IAS αποφασίζει εάν ο χρήστης είναι κατάλληλος να προσπελάσει τα συγκεκριμένα δεδομένα και στέλνει το αποτέλεσμα στον πρώτο διακομιστή. Όταν ο διακομιστής παραλάβει μια αίτηση για πρόσβαση ο ίδιος τον παραπέμπει στο Integrated Authenticated Service μαζί με τις πληροφορίες της αίτησης. Ο IAS παράγει

τις πληροφορίες και τις στέλνει μέσω ασφαλούς σύνδεσης στον διακομιστή ΙΑ. Ο διακομιστής ΙΑ παραλαμβάνει τις πληροφορίες, παράγει μια έκθεση (report) και την στέλνει πάλι πίσω στο ΙΑΣ. Εκεί ο ΙΑΣ αποφασίζει εάν ο χρήστης είναι κατάλληλος να προσπελάσει τα συγκεκριμένα δεδομένα και στέλνει το αποτέλεσμα στον πρώτο διακομιστή, τέλος διακομιστής με βάση την απάντηση του ΙΑΣ εκτελεί τις απαραίτητες ενέργειες.

Κόστος

Το ΚΥΝ αποτελείται από δυο διαφορετικές τεχνολογίες οι οποίες έχουν διαφορετικό κόστος χρήσης και διαφορετικές τεχνικές χρεώσεις. Αυτό κάνει την εύρεση κάποιου μοντέλου διαχείρισης κόστους πολύ δύσκολη, μιας και πρέπει να υπολογίζει και τις δυο τεχνολογίες αλλά και τον συνδυασμό αυτών. Αν υποθέσουμε ότι έχουμε μια εφαρμογή η οποία πρέπει να εκτελεστεί εκτός του κινήτου θα πρέπει να γίνει μια μεταφορά δεδομένων στο ΚΥΝ. Η μεταφορά των δεδομένων αφορά τον πάροχο κινητής τηλεφωνίας και η επεξεργασία του αφορά το Υπολογιστικό Νέφος και τον πάροχό του. Άρα το κόστος πρέπει να διαιρεθεί κατάλληλα για τον τελικό χρήστη. Επομένως γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι πρέπει να αναπτυχθεί ένα επιχειρηματικό μοντέλο το οποίο να στοχεύει στην σωστή κατανομή χρεώσεων στα Κινητά Υπολογιστικά Νέφη [Hoang T. Dinh et al., 2011].

Νομοθετικό πλαίσιο του cloud computing

Στο κομμάτι των τηλεπικοινωνιών με βάση την νομοθεσία θεωρούνται απόρρητα τα περιεχόμενα της επικοινωνίας, η ταυτότητα του αποστολέα και του λήπτη και η τοποθεσία της τερματικής συσκευής. Για να αρθεί η προστασία του απορρήτου θα πρέπει να είναι κάποια από τα παρακάτω παραδείγματα περιπτώσεις εθνικής ασφάλειας ή σοβαρών εγκλημάτων κ.α. Η παραβίαση του απορρήτου θεωρείται ποινικό αδίκημα και οι ποινές που προβλέπονται είναι αυστηρές και φτάνουν έως και τα 10 χρόνια κάθειρξη έναντι φυσικών προσώπων. Για τους παρόχους τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών η ποινή μπορεί να ξεκινήσει από σύσταση και χρηματικό πρόστιμο μέχρι ανάκληση του δικαιώματος παροχής υπηρεσιών, από την Αρχή Διασφάλισης του Απορρήτου των Επικοινωνιών και άλλων δημόσιων αρχών. Η νομοθεσία αυτή έχει ισχύ και στον εργασιακό χώρο από την στιγμή που ο εργαζόμενος κάνει χρήση του δικτύου της εταιρείας. [Παναγιωτόπουλος, 2011]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κέντρα Δεδομένων

3.1 Τι είναι το Κέντρο Δεδομένων

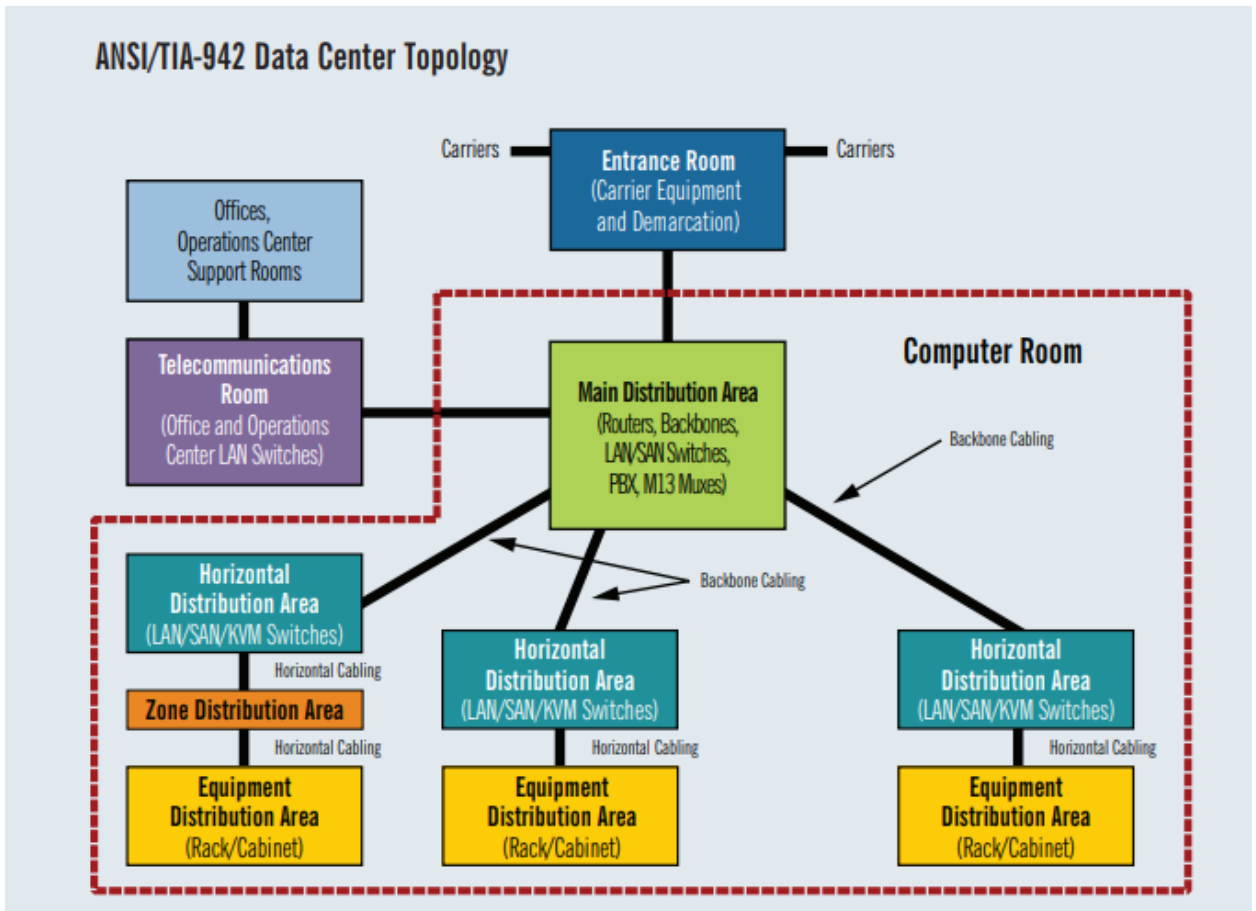
Το Κέντρο Δεδομένων (Data Center) έχει πολλούς ορισμούς. Όλοι προσπαθούν να περιγράψουν τις λειτουργίες και τα στοιχεία ενός DC. Η Cisco περιγράφει ένα DC ως: μια φυσική εγκατάσταση που χρησιμοποιούν οι οργανισμοί για να φιλοξενήσουν τις κρίσιμες εφαρμογές και τα δεδομένα τους [Cisco Systems, Inc: “What Is a Data Center”]. Ο σχεδιασμός ενός Κέντρου Δεδομένων βασίζεται σε ένα δίκτυο υπολογιστικών και αποθηκευτικών πόρων που επιτρέπουν την μεταφορά κοινών εφαρμογών και δεδομένων. Τα βασικά κλειδιά του σχεδιασμού ενός κέντρου δεδομένων είναι οι routers, switches, firewalls, σκληροί δίσκοι, servers και Application delivery.

Τα κέντρα δεδομένων είναι υπολογιστές που αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων και ικανοποιούν τις καθημερινές ανάγκες για επεξεργασία και μεταφορά διαφορετικών επιχειρήσεων [Rong, H.; Zhang, H.; Xiao, S.; Li, C.; Hu, 2016]. Περιέχουν servers για τη συλλογή δεδομένων και δίκτυο για την χρήση και την αποθήκευση των δεδομένων. Προσπαθώντας να δώσουμε έναν περιεκτικό ορισμό θα λέγαμε ότι «Ένα κέντρο δεδομένων είναι ένας φυσικός χώρος που είναι περιβαλλοντικά ελεγχόμενος με καθαρή ηλεκτρική ισχύ και με δικτυακή σύνδεση που έχει βελτιστοποιηθεί για servers. Η θερμοκρασία και η υγρασία του περιβάλλοντος του κέντρου δεδομένων ελέγχονται ώστε να καταστεί δυνατή η σωστή λειτουργία του εξοπλισμού, η εγκατάσταση ασφαλίεται για να αποφευχθεί ηθελημένη ή τυχαία ζημιά στον φυσικό εξοπλισμό.

Τα κέντρα δεδομένων έχουν μία ή περισσότερες συνδέσεις στο Διαδίκτυο ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα σύνδεσης σε περίπτωση βλάβης του βασικού καναλιού. Πριν από τα ρουτερ υπάρχουν διάφορες εφαρμογές ασφαλείας όπως firewalls και βαθιά στοιχεία επιθεώρησης πακέτων (deep packet inspection elements) ώστε να φτιαχτεί μια περίμετρος ασφαλείας που έχει σκοπό να προστατέψει τους servers. Πίσω από το τοίχος προστασίας υπάρχουν εξισορροπητές φορτίου (load balancers) που μοιράζουν την επισκεψιμότητα στους server όπως τους web server. Η δημιουργία και η λειτουργία ενός κέντρου δεδομένων - συμπεριλαμβανομένων των δρομολογητών IP και της υποδομής, των εφαρμογών ασφαλείας, του load balancer, σκληροί δίσκοι και η υποστήριξη των server - απαιτεί μεγάλη δαπάνη κεφαλαίου και έχει σημαντικά έξοδα λειτουργίας αν υπολογίσουμε και την ενέργεια που χρειάζονται τα μηχανήματα.

Τα Κέντρα Δεδομένων στεγάζουν κρίσιμους υπολογιστικούς πόρους σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα και υπό κεντρική διαχείριση, και επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να λειτουργούν όλο το 24ωρο ή σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Αυτοί οι υπολογιστικοί πόροι περιλαμβάνουν mainframes (υπολογιστής που χρησιμοποιείται κυρίως από μεγάλους οργανισμούς για κρίσιμες εφαρμογές), web και application servers; file και print servers, servers ανταλλαγής μηνυμάτων, λογισμικό εφαρμογών και τα λειτουργικά συστήματα που το τρέχουν, υποσυστήματα αποθήκευσης και την υποδομή δικτύου, είτε IP είτε δίκτυο περιοχής αποθήκευσης (storage-area network). Οι εφαρμογές κυμαίνονται από εσωτερικούς οικονομικούς και ανθρώπινους πόρους. Επιπλέον, ένας αριθμός servers υποστηρίζει λειτουργίες δικτύου και εφαρμογές που βασίζονται σε δίκτυο. Οι εφαρμογές λειτουργίας δικτύου περιλαμβάνουν Network Time Protocol, TN3270; FTP; Domain Name System (DNS); Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP); Simple Network Management Protocol (SNMP); TFTP; Network File System (NFS); και εφαρμογές που βασίζονται σε δίκτυο, συμπεριλαμβανομένης της τηλεφωνίας IP, της ροής βίντεο μέσω IP, της τηλεδιάσκεψης IP και ούτω καθεξής.

Ένα Κέντρο Δεδομένων πρέπει να το έχουμε στο μυαλό μας ως μια υποδομή πόρων που συλλέγουν, αποθηκεύουν, διαχειρίζονται και διανέμουν μεγάλο αριθμό κρίσιμων δεδομένων βάσει απαιτήσεων και διεθνών προτύπων και αποτελείται από όλα τα απαραίτητα στοιχεία εγκατάστασης (χώρος, ισχύς και ψύξη) καθώς και στοιχεία IT (διακομιστής, αποθήκευση και δίκτυο). Ένα τυπικό κέντρο δεδομένων σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό θα ακολουθήσει την τοπολογία που δείχνει βασική λειτουργική περιοχή όπως στην Εικόνα 3.1



Εικόνα 3.1: Τοπολογία Κέντρου Δεδομένων

3.2 Γιατί τα Κέντρα Δεδομένων είναι σημαντικά.

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές των Κέντρων Δεδομένων. Η ανάγκη για Κέντρα Δεδομένων προήλθε από 2 λόγους. Πρώτον, η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για επεξεργασία και αποθήκευση δεδομένων από μια ποικιλία υπηρεσιών cloud μεγάλης κλίμακας, όπως Google, Facebook και Amazon, από τηλεπικοινωνιακούς φορείς, από τράπεζες και κυβερνητικούς οργανισμούς, οδήγησαν στον πολλαπλασιασμό μεγάλων κέντρων δεδομένων με χιλιάδες ή εκατομμύρια διακομιστές, CPU. Μια μελέτη της International Data Corporation για την EMC υπολόγισε ότι 1,8 τρισεκατομμύρια gigabytes (GB) περίπου 1,8 zettabytes (ZB), ψηφιακών πληροφοριών δημιουργήθηκε το 2011. Ο όγκος των δεδομένων το 2012 ήταν περίπου 2,8 ZB το 2018 33 ZB υπολογίζεται ότι το 2025 θα είναι 175 ZB, αύξηση που υπολογίζεται σε 530%. [Data Science Series, 2012]. Δεύτερον, η απαίτηση για υποστήριξη μιας τεράστιας ποικιλίας εφαρμογών που είναι αυτές που εκτελούνται για λίγα δευτερόλεπτα έως εκείνες που εκτελούνται συνέχεια σε κοινόχρηστες πλατφόρμες υλικού έχει προωθήσει την κατασκευή υποδομών μεγάλης κλίμακας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, τα κέντρα δεδομένων να έχουν χαρακτηριστεί ως μία από τις βασικές αιτίες που η βιομηχανία της πληροφορικής έχει τόσο συνεχώς αυξανόμενη ανάπτυξη και ταυτόχρονα οδηγεί σε παγκόσμιο κέντρο δεδομένων το οποίο αναμένεται να φτάσει σε έσοδα περίπου 174 δισεκατομμυρίων δολαρίων έως το 2023 [Arizton, 2017]. Στον παρακάτω Πίνακα βλέπουμε τα 5 μεγαλύτερα Κέντρα Δεδομένων

N ^ο	Data Center Company	Facility Location	Area
----------------	---------------------	-------------------	------

1	Range International Information Group	Langfang, China	6,300,000 Sq. Ft
2	Switch SuperNAP	Nevada, USA	3,500,000 million Sq. Ft
3	DuPont Fabros Technology	Virginia, USA	1,600,000 million Sq. Ft
4	Utah Data Centre	Utah, USA	1,500,000 million Sq. Ft
5	Microsoft Data Centre	Iowa, USA	1,200,000 Sq. Ft

Πίνακας 3.1: Μερικά Κέντρα Δεδομένων - Top 5 μεγαλύτερα στον κόσμο 2019 [Tim Day and Nam D. Pham, 2017]

Τα κέντρα δεδομένων έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν επιχειρηματικές εφαρμογές και ερευνητικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν: Κοινή χρήση email και αρχείων, τα οποία πρέπει να αποθηκευτούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, οι εταιρείες μπορούν να αλληλοεπιδρούν με τους πελάτες και τους πιθανούς πελάτες. Τα δεδομένα των πελατών φορτώνονται και αποθηκεύονται σε ένα DC που επιτρέπει στις εταιρείες να έχουν πρόσβαση οποτεδήποτε, οπουδήποτε. Τα Big data, artificial intelligence (IA) και το machine learning για να λειτουργήσουν απαιτούν αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων και επεξεργασία αυτών σε σύντομο χρονικό διάστημα.

3.3 Ταξινόμηση του Κέντρου Δεδομένων

Τα Κέντρα Δεδομένων μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τον ιδιοκτήτη και τον σκοπό για τον οποίο παρέχει τις υπηρεσίες του, μπορούν να ταξινομηθούν και με τον αριθμό των rack και τέλος με τα πρότυπα αξιολόγησης του Ινστιτούτου Uptime. Δυο από τους γνωστότερους τύπους ιδιοκτησίας είναι το κέντρο δεδομένων που ανήκει σε μια εταιρεία και η συστέγαση. Στην πρώτη περίπτωση τα κέντρα δεδομένων χτίζονται και ανήκουν σε μεγάλες εταιρείες που κύριος κλάδος τους είναι η τεχνολογία (Amazon, Facebook, Google, Microsoft, Yahoo καθώς και κυβερνητικές υπηρεσίες, ιδρύματα, ασφαλιστικές εταιρείες κλπ.). Τα επιχειρηματικά κέντρα δεδομένων υποστηρίζουν υπηρεσίες που σχετίζονται με την ιστοσελίδα τους και γενικά με το internet, για τους συνεργάτες τους και τους πελάτες τους. Στην δεύτερη περίπτωση τα κέντρα δεδομένων κατασκευάζουν, ανήκουν και διαχειρίζονται πάροχοι DC όπως για παράδειγμα η Coresite, CyrusOne κ.α.. Αυτοί οι πάροχοι δεν χρησιμοποιούν οι ίδιοι τις υπηρεσίες, αλλά εκμισθώνουν το χώρο σε έναν ή περισσότερους ενοικιαστές [Stansberry, Matt. 2014]. Το Ινστιτούτο ταξινομεί τα κέντρα δεδομένων σε έξι ομάδες μεγέθους (Πίνακας 3.2), μετρώντας το χώρο ή τον αριθμό των racks. Το Ινστιτούτο Uptime δημιούργησε ένα τυπικό επίπεδο Σύστημα ταξινόμησης (Πίνακας 3.3) που έχει τέσσερις βαθμίδες για την αξιολόγηση της υποδομής, η απόδοση της υποδομής ή ο χρόνος λειτουργίας των κέντρων δεδομένων [“Data center rack standards”].

Size	Number of racks	Computer space (m2)
Mini - data center	1-10	2.6-26
Small - data center	11-200	28.6- 520

Medium - data center	201-800	522.6-2080
Large - data center	801-3,000	2082.6-7800
Massive- data center	3,001-9,000	7802.6-23400
Mega - data center	More than 9,000	More than 23,400

Πίνακας 3.2: Βαθμίδες ταξινόμησης υποδομής κέντρου δεδομένων

Tier	Description	Up-time	Down-time Per Year
Tier 1 - Basic Capacity	Data centers provide dedicated site infrastructure to support IT beyond an office setting, including a dedicated space for IT systems, an uninterruptible power supply, dedicated cooling equipment that does not shut down at the end of normal office hours, and an engine generator to protect IT functions from extended power outages.	99.671%	28.8 Hours
Tier 2 - Redundant Capacity Components	Data centers include redundant critical power and cooling components to provide select maintenance opportunities and an increased margin of safety against IT process disruptions that would result from site infrastructure equipment failures. The redundant components include power and cooling equipment.	99.749%	22 Hours
Tier 3 - Concurrently Maintainable	Data centers have no shutdowns for equipment replacement and maintenance. A redundant delivery path for power and cooling is added to the redundant critical components of Tier II so that each component needed to support the IT processing environment can be shut down and maintained without impacting the IT operation.	99.982%	1.6 Hours
Fault Tolerance	Site infrastructure builds on Tier III, adding the concept of Fault Tolerance to the site infrastructure topology. Fault Tolerance means that when individual equipment failures or distribution path interruptions occur, the effects of the events are stopped short of the IT operations.	99.995%	26.3 Minutes

Πίνακας 3.3: Ταξινόμηση μεγέθους κέντρου δεδομένων ανά αριθμό ραφιού και χώρο τοποθεσίας

3.3.1 Κύρια στοιχεία του Κέντρου Δεδομένων

Το υλικό μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες: τεχνολογική υποδομή π.χ. Servers και φυσική υποδομή π.χ. μηχανολογικός ή ηλεκτρικός εξοπλισμός. Τα μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα (M&E) μπορούν να καλύψουν περισσότερο από το 60% του συνολικού κόστους ενός νέου κέντρου δεδομένων και, ως εκ τούτου, είναι ένα σημαντικό στοιχείο κόστους. Τα συστήματα περιλαμβάνουν ηλεκτρικούς υποσταθμούς, ψύκτες, εφεδρικές γεννήτριες, τροφοδοτικά (UPS) και μονάδες κλιματισμού δωματίου υπολογιστή (CRAC). Ο Πίνακας 4 δείχνει τη λίστα των κύριων εξαρτημάτων μέσα σε ένα DC.

Items	Components	Description
Hardware		
IT facilities	Server Racks	For housing server devices
	Network Racks	For network device (router, switch, firewall...)
	Storage Racks	For data storage
	Cabling systems	For communication inside a DC
Energy facilities	Electrical network	To supply the power
	Generator (GEN)	To guarantee a reliable power supply
	Uninterruptible power supply (UPS) and Battery storage	To guarantee a reliable power supply
	Main distribution & power distribution unit (PDU), rack, and server levels)	To supply the power to racks, equipment...
Mechanical facilities	Heating, ventilation and air conditioning - HVAC	To provide the total cooling capacity, and distributed air to the IT equipment.
	Chiller system	Outdoor heat exchange or transport
Other facilities	Raised floor	For cabling International standard for data center (NFPA 75 and NFPA 76)
	Fire protection	Surveillance camera

	Security system	
--	------------------------	--

Πίνακας 3.4: Στοιχεία κέντρου δεδομένων

3.3.1.1 Racks

Το rack είναι ένας τύπος φυσικού χάλυβα και ηλεκτρονικών περιβλημάτων που έχουν σχεδιαστεί για να φιλοξενούν διακομιστές, συσκευές δικτύωσης, καλώδια και άλλο εξοπλισμό υπολογιστών κέντρου δεδομένων. Στο rack μπορείς να τοποθετήσεις τον εξοπλισμό που χρειάζεται ένα DC. Κάθε rack είναι συνήθως κατασκευασμένο με υποδοχές για σύνδεση ηλεκτρικών, διαδικτύου και καλώδια δικτύωσης. Τα rack φτιάχνονται με συστηματικό σχεδιασμό και ταξινομούνται βάσει της χωρητικότητάς τους - της ποσότητας εξοπλισμού που μπορούν να συνδεθούν ή να κρατήσουν. Το συνήθες πλάτος του περισσότερου εξοπλισμού πληροφορικής για την τοποθέτηση πολλαπλής μονάδας εξοπλισμού είναι 19 ίντσες, συμπεριλαμβανομένων και των άκρων που προεξέχουν σε κάθε πλευρά και επιτρέπουν στη μονάδα να στερεωθεί στο πλαίσιο της σχάρας με βίδες [Pearl Hu and Wei Zhou]. Η μονάδα για το τυπικό ύψος της σχάρας και το κατακόρυφο πλέγμα στήριξης καθορίζεται συχνά στο "U", ένα U ισούται με 1,75 ίντσες. Οι πιο συνηθισμένες διαστάσεις ραφιών IT για DC έχουν πλάτος 24 ίντσες (εξωτερικό), βάθος 42 ίντσες και ύψος 42U με πλάτος πλαισίου στήριξης 19 ίντσες.



Εικόνα 3.2: Rack

3.3.1.2 Server και αποθηκευτικά μέσα

Ο server είναι το μηχάνημα όπου γίνεται η διαχείριση και η επεξεργασία των κρίσιμων δεδομένων μέσα σε ένα DC. Παρέχουν την υπολογιστική ισχύ που απαιτείται για την εκτέλεση εφαρμογών, λειτουργικών συστημάτων, υπηρεσιών μεταφοράς αρχείων, υπολογιστικών υπηρεσιών για μεγάλες ροές εργασίας. Οι servers είναι ζωτικής σημασίας για οργανισμούς και επιχειρήσεις, δεδομένου ότι αν 'πέσουν' μπορεί να τους θέσει σε σοβαρό κίνδυνο απώλειας δεδομένων. Πρέπει να είναι διαθέσιμοι όλο το 24ωρο 7 ημέρες την εβδομάδα χωρίς κανένα χρόνο διακοπής. Συνήθως, χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους: 1. server τοποθετημένοι σε rack / Server και 2. blade servers. Ένας Server που βασίζεται σε rack έχει το τυπικό πλαίσιο του Server που μπορεί να χωρέσει σε ένα τυποποιημένο rack 19 ιντσών και τοποθετούνται παράλληλα με το έδαφος. Γενικά οι Server προηγμένης τεχνολογίας έχουν αυξημένη ισχύ και είναι αρκετά δαπανηροί. Οι blade servers από την άλλη στην πλειοψηφία τους τοποθετούνται κάθετα σε σύγκριση με τους Server rack. Είναι πιο συμπαγείς και έχουν υψηλότερη πυκνότητα επομένως πιο κατάλληλοι και με μεγαλύτερη απόδοση για κέντρα δεδομένων μεγάλης κλίμακας ή τύπου αποθήκης. Το μειονέκτημα τους είναι ότι λόγω της υψηλής φυσικής πυκνότητας των εσωτερικών εξαρτημάτων και του ανεπαρκούς χώρου για τη ροή του αέρα, η ψύξη είναι δύσκολη και ακριβότερη στους διακομιστές blade σε σύγκριση με τους διακομιστές rack. [Feltus F,2015]



Εικόνα 3.3: Διακομιστές

b) Storage system

Με την αύξηση των δεδομένων που πρέπει να αποθηκευτούν, η ζήτηση για αποθήκευση ανεβαίνει κατά 50-70% ετησίως. Τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν ότι μόνο στο YouTube ανεβαίνουν 100 ώρες βίντεο το λεπτό κάτι ανάλογο συμβαίνει και με το fb το οποίο επεξεργάζεται 500 terabyte από δεδομένα σε καθημερινή βάση (21). Όσον αφορά τα συστήματα αποθήκευσης, οι κύριες επιλογές είναι ο άμεσος συνδεδεμένος χώρος αποθήκευσης (DAS), ο συνδεδεμένος χώρος αποθήκευσης δικτύου (NAS) και τα δίκτυα περιοχής αποθήκευσης (SAN).

3.3.1.3 Συσκευές δικτύου στο Κέντρο Δεδομένων

Ακολουθώντας το μοντέλο πρωτοκόλλου OSI ή TCP / IP (Πίνακας 3.5), είναι πολύ εύκολο να κατανοήσει κανείς τη λειτουργία κάθε τύπου συσκευής υλικού (hardware) δικτύου σε μια τοπολογία DC. Τα δεδομένα δημιουργούνται, κωδικοποιούνται και συμπιέζονται στα επίπεδα 6 και 7, ο έλεγχος ταυτότητας και η εξουσιοδότηση για πρόσβαση σε έναν διακομιστή εκτελείται στο επίπεδο 5, στο επίπεδο 4 τα δεδομένα προορίζονται για τμηματοποίηση - διαιρέστε τα δεδομένα σε τμήματα και, στη συνέχεια, στείλτε αυτά τα τμήματα σε πολλά δίκτυα στο επίπεδο 3 σε μορφή πακέτων. Όταν τα πακέτα φτάνουν στο δίκτυο προορισμού, μεταδίδονται μεταξύ συσκευών μέσα σε ένα LAN στο επίπεδο 2 αφού σχηματιστούν σε πλαίσια και μετά περάσουν πέρα από το καλώδιο ως BITS.

TCP/IP Model Vs. OSI Model

OSI Reference Model	TCP/IP
Application Layer	Application Layer
Presentation Layer	
Session Layer	
Transport Layer	Transport Layer
Network Layer	Internet Layer
Data Link Layer	Link Layer
Physical Layer	
	InstrumentationTools.com

Πίνακας 3.5: [Μοντέλο TCP/IP και OSI]

Layer	Data Unit	Function	Example
7. Application	Data	High-level APIs, including resource sharing, remote file access, directory services and virtual terminals	HTTP, FTP, SMTP
6. Presentation		Translation of data between a networking service and an application; including character encoding, data compression and encryption/decryption	ASCII, EBCDIC, JPEG

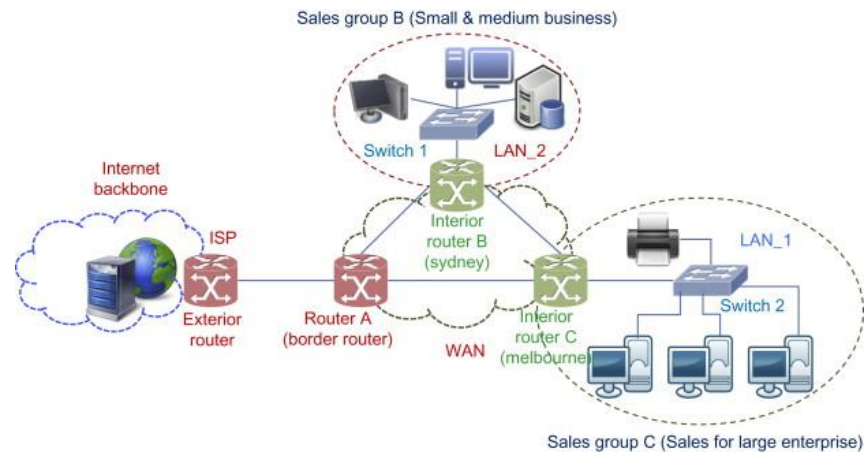
5. Session		Managing communication sessions, ie continuous exchange of information in the form of multiple back-and-forth transmissions between two nodes	RPC, PAP
4. Transport	Segments	Reliable transmission of data segments between points on a network, including segmentation, acknowledgement and multiplexing	TCP, UDP
3. Network	Packet/ Datagram	Structuring and managing a multi-node network, including addressing, routing and traffic control	IPv4, IPv6, IPsec, AppleTalk
2. Data Link	Bit/Frame	Reliable transmission of data frames between two nodes connected by a physical layer	IEEE 802.3/802.2
1. Physical	Bit	Transmission and reception of raw bit streams over a physical medium	Fiber, Copper twisted wires

Πίνακας 3.6: Μοντέλο OSI που απεικονίζει τα επτά επίπεδα του (TCP-IP)

Δρομολογητής (Router)

Ο Δρομολογητής είναι η πρώτη γραμμή σε ένα δίκτυο και είναι υπεύθυνος για την επίλυση των ζητημάτων επικοινωνίας στο επίπεδο 3 . Ο δρομολογητής μπορεί να ενώσει διαφορετικούς τύπους δικτύων (LAN / WAN), ρυθμίζει την κίνηση του δικτύου χρησιμοποιώντας τις IP (λογικές διευθύνσεις) και όχι τις MAC (φυσικές διευθύνσεις). Ουσιαστικά είναι σαν ένας μικρός υπολογιστής που έχει σχεδιαστεί για να κάνει την δουλειά της δρομολόγησης. Διαβάζει τις εισερχόμενες λογικές διευθύνσεις των πακέτων δεδομένων και στη συνέχεια χρησιμοποιεί τον δικό του πίνακα δρομολόγησης για να προωθήσει αυτά τα εισερχόμενα πακέτα δεδομένων στους προορισμούς τους. Ένας τυπικός δρομολογητής διαθέτει διεπαφές CPU, RAM, I / O και λειτουργικό σύστημα (OS) για παράδειγμα, οι δρομολογητές Cisco έχουν ένα λειτουργικό σύστημα που ονομάζεται Internetwork Operating System (IOS).

Οι δρομολογητές μπορούν να χωριστούν σε τρεις τύπους : εσωτερικό (interior), εξωτερικό (exterior) και περίγραμμα (ή πύλη). Ένας εσωτερικός δρομολογητής συνδέει πολλά αυτόνομα LAN σε όλη την τοποθεσία παρά τη γεωγραφία. Το εξωτερικό συνδέεται στο Διαδίκτυο ως ραχοκοκαλιά . Ο δρομολογητής ορίου ή πύλης είναι η συσκευή δικτύου που συνδέει εσωτερικούς και εξωτερικούς δρομολογητές. Οι εσωτερικοί ή οι συνοριακοί δρομολογητές είναι αυτοί που βρίσκονται σε ένα κέντρο δεδομένων.



Εικόνα 3.4: Τύποι δρομολογητών με βάση το μέγεθος του δικτύου

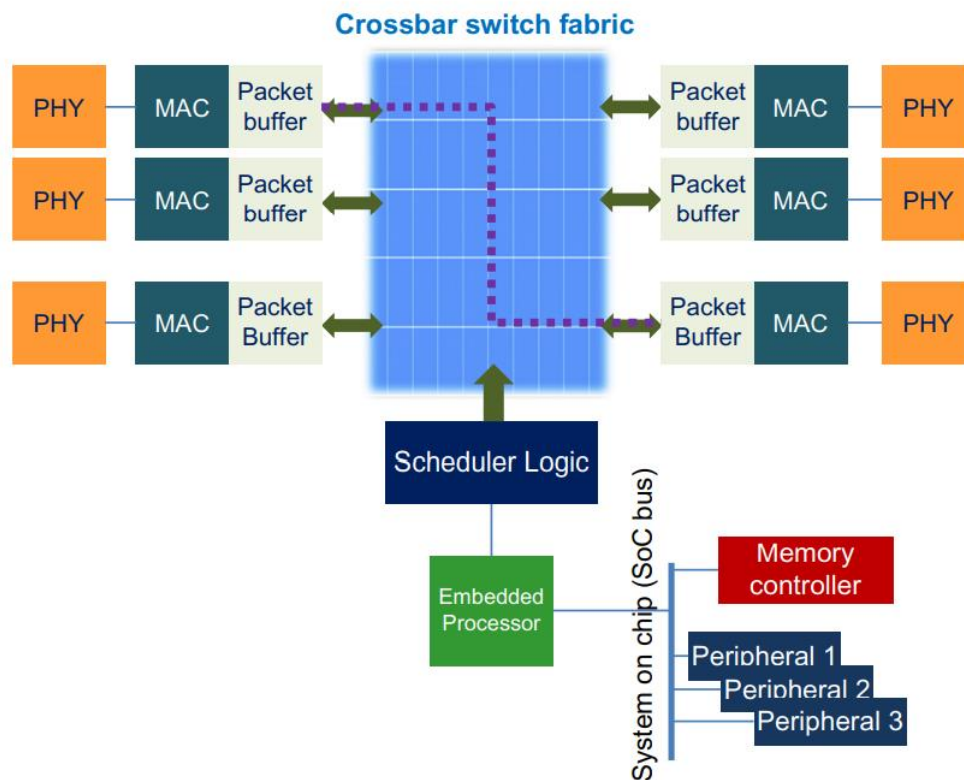
Μεταγωγέας (Switch)

Ο μεταγωγέας (switch) (Εικόνα 3.5) είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που χρησιμοποιείται σε δίκτυα υπολογιστών. Προσφέρουν ταχύτητες της τάξης των Gigabits. Το κύριο χαρακτηριστικό του μεταγωγέα είναι ότι κάθε θύρα του προσφέρει καθορισμένο εύρος ζώνης, επίσης κάθε θύρα του μεταγωγέα αποτελεί ξεχωριστό πεδίο διενέξεων (collision domain). Ο μεταγωγέας δημιουργεί πίνακες προώθησης και χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο Spanning tree. Σε περίπτωση που δύο σταθμοί θέλουν να επικοινωνήσουν και βρίσκονται σε διαφορετικές πόρτες του μεταγωγέα (unicast πλαίσιο) ο μεταγωγέας εξετάζει τον πίνακα προώθησης για να βρει τη διεύθυνση MAC προορισμού και σε ποια θύρα να το προωθήσει. Έτσι αφού βρεθεί η καταχώρηση θα σταλθεί το πακέτο στην κατάλληλη πόρτα. Με αυτόν τον τρόπο ο μεταγωγέας μειώνει την κίνηση και τις διενέξεις και αυξάνει την επίδοση του δικτύου, αυξάνοντας ουσιαστικά το διαθέσιμο εύρος ζώνης των σταθμών εργασίας.[Christoph Ludwig Schuba]

Οι μεταγωγείς έχουν τη δυνατότητα δύο καταστάσεων λειτουργίας:

Store and forward: Εξετάζεται όλο το πλαίσιο και σε περίπτωση που υπάρχει λάθος στο πεδίο ακολουθίας ελέγχου πλαισίου (frame check sequence, FCS) το πλαίσιο απορρίπτεται.

Cut-through : Εξετάζεται από το πλαίσιο μόνο η διεύθυνση προορισμού (destination MAC) και προβαίνει στην προώθηση του πλαισίου



Εικόνα 3.5: Ένα διάγραμμα Μεταγωγέα (Switch)

Firewall και load balancer

Το τείχος προστασίας είναι μια συσκευή ασφάλειας δικτύου που παρακολουθεί την εισερχόμενη και εξερχόμενη κίνηση του δικτύου και αποφασίζει εάν θα επιτρέψει ή θα αποκλείσει συγκεκριμένη κίνηση βάσει ενός καθορισμένου συνόλου κανόνων ασφαλείας. Λειτουργεί σαν ένα εμπόδιο μεταξύ του LAN και της εισερχόμενης ροής από εξωτερικές πηγές (όπως το Διαδίκτυο) προκειμένου να αποκλείσει την κακόβουλη κίνηση, όπως ιούς και χάκερ. Το τείχος προστασίας μπορεί να είναι υλικό, λογισμικό ή και τα δύο [Ali Marashi,2020]. Υπάρχουν δυο επιλογές όταν θέλουμε να εγκαταστήσουμε ένα τείχος προστασίας.

- Physically inline (στη διαδρομή κυκλοφορίας μεταξύ του πυρήνα (core) και του διακομιστή)
- Logically in-line (με έναν βραχίονα του firewall συνδεδεμένο φυσικά με τον πυρήνα του δικτύου)

Οι εξισορροπητές φορτίου (load balancer) διαχειρίζονται τη ροή δικτύου μεταξύ των διακομιστών και των συσκευών τελικού σημείου. Διανέμει την κίνηση δικτύου σε πολλούς διακομιστές και διασφαλίζει ότι κανένας διακομιστής δεν χειρίζεται πάρα πολλά αιτήματα. Ο εξισορροπητής βοηθά τους διακομιστές να μεταφέρουν δεδομένα αποτελεσματικά, βελτιστοποιεί τους πόρους παράδοσης εφαρμογών και αποτρέπει την υπερφόρτωση διακομιστή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχει μια ομοιόμορφη κατανομή του φορτίου και να βελτιώνεται η ανταπόκριση στις εφαρμογές. Σε περίπτωση που ένας διακομιστής είναι εκτός λειτουργίας μπορεί να ανακατευθύνει την κίνηση στους διαθέσιμους διακομιστές. Σε περίπτωση που μπει νέος διακομιστής τότε θα αρχίσει αυτόματα να στέλνει αιτήματα και σε αυτόν.

3.4 Κατανάλωση ενέργειας στα Κέντρα Δεδομένων και τρόποι βελτίωσης

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι οργανισμοί στρέφονται προς την λύση του Κέντρου

Δεδομένων, οπότε δεν μπορεί να αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι ο αριθμός αυξάνεται συνεχώς και αναμένεται να συνεχιστεί για τουλάχιστον πέντε χρόνια ακόμα. Με τόσα πολλά καινούργια Κέντρα Δεδομένων στον ορίζοντα, αξίζει να σκεφτούμε τις τεράστιες καταναλώσεις ενέργειας που υπάρχουν από ένα Κέντρο Δεδομένων. Ακόμη και με καινοτόμες και βιώσιμες ενεργειακές λύσεις, η αλήθεια είναι ότι τόσο τα μικρά όσο και τα μεγάλα Κέντρα Δεδομένων καταναλώνουν πολύ ενέργεια. [Zaman, Sardar Khaliq & Khan, Atta Ur Rehman & Shuja, Junaid & Maqsood, Tahir & Mustafa, Saad & Rehman, Faisal. (2019).]

Το 2017, τα Κέντρα Δεδομένων με έδρα τις ΗΠΑ χρησιμοποίησαν περισσότερο από 90 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας. Για να δώσουμε κάποια εικόνα σχετικά με το πόση ενέργεια ισοδυναμεί, θα χρειαστούν 34 τεράστια εργοστάσια με άνθρακα που παράγουν 500 μεγαβάτ το καθένα για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις ισχύος αυτών των Κέντρων Δεδομένων. Σε παγκόσμια κλίμακα, η κατανάλωση ενέργειας στο Κέντρο Δεδομένων ανήλθε σε περίπου 416 terawatts, ή περίπου το 3% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στον πλανήτη. Η κατανάλωση ενέργειας στο Κέντρο Δεδομένων σε όλο τον κόσμο ανήλθε σε 40% περισσότερο από όλη την ενέργεια που καταναλώνεται από το Ηνωμένο Βασίλειο, μια βιομηχανική χώρα με πάνω από 65 εκατομμύρια ανθρώπους αυτή είναι μεγάλη εικόνα και θα αυξηθεί στο μέλλον καθώς κατασκευάζονται περισσότερες εγκαταστάσεις κάθε χρόνο.

Με το 80% της παγκόσμιας ενέργειας να παράγεται από ορυκτά καύσιμα, αυτές οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις ενέργειας θα μπορούσαν να αποτελέσουν πρόβλημα. Ευτυχώς, οι πάροχοι εργάζονται για να καλύψουν τις ανάγκες των καταναλωτών, διατηρώντας παράλληλα τη χρήση ενέργειας σε λογικά επίπεδα. Τα στατιστικά στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας που έχουν τα Κέντρα Δεδομένων είναι πολύ καλύτερα από τις προηγούμενες προβλέψεις. Μεταξύ 2005 και 2010, η χρήση ενέργειας των ΗΠΑ σε Data Center αυξήθηκε κατά 24%. Τα προηγούμενα πέντε χρόνια ήταν ακόμη χειρότερα, με τη χρήση ενέργειας να αυξάνεται κατά σχεδόν 90 τοις εκατό από το 2000 έως το 2005. Από το 2010 έως το 2014, η συνολική κατανάλωση ενέργειας των Κέντρων Δεδομένων αυξήθηκε κατά ένα συγκριτικά μικρό ποσοστό 4 τοις εκατό. Οι ερευνητές αναμένουν ότι ο ρυθμός ανάπτυξης θα διατηρηθεί σταθερός τουλάχιστον έως το 2021. Πολλά από αυτά τα κέρδη είναι τα αποτελέσματα που έρχονται από τις λύσεις των βελτιώσεων της απόδοσης. Τα μικρότερα επιχειρηματικά Κέντρα Δεδομένων λειτουργούν πολύ πιο αποτελεσματικά σήμερα από ό, τι πριν από μια δεκαετία. Μια έκθεση του Ινστιτούτου Uptime το 2005 διαπίστωσε ότι πολλά Κέντρα Δεδομένων ήταν τόσο άσχημα κατασκευασμένα που μόνο το 40 τοις εκατό του κρύου αέρα που προοριζόταν για τα rack και τους servers έφτανε στην πραγματικότητα παρά το γεγονός ότι οι εγκαταστάσεις είχαν 2,6 φορές περισσότερη ψύξη από ό, τι χρειάζονταν. Από τότε, η κατανάλωση ισχύος του Κέντρου Δεδομένων έχει βελτιωθεί έως και 80 τοις εκατό μέσω της χρήσης τσιπ χαμηλής ισχύος και μονάδων ssd αντί για hdd.

Οι βελτιώσεις στην τεχνολογία των server, συγκεκριμένα η εικονικοποίηση των Server (virtualization), έχουν επίσης επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην κατανάλωση ενέργειας του Κέντρου Δεδομένων, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν το κόστος του Κέντρου Δεδομένων. Σημειωτέον ότι η μετάβαση σε μεγάλα Κέντρα Δεδομένων ικανά να αξιοποιήσουν βιώσιμες ενεργειακές λύσεις έχει προκαλέσει τεράστια αύξηση των δαπανών για Servers. Επίσης η ενοποίηση έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της χρήσης ισχύος του Κέντρου Δεδομένων. Με την ταχεία ανάπτυξη του Υπολογιστικού Νέφους, οι οργανισμοί εγκατέλειψαν όλο και περισσότερο τα ιδιωτικά Data Center και τα Rack με Server υπέρ των υπηρεσιών ενοικίασης χώρου ή την παροχή πόρων κατ' απαίτηση όποτε απαιτούνται. Δεδομένου ότι οι περισσότερες από αυτές τις λύσεις λειτουργούσαν με αναποτελεσματικό και ενεργειακά παλιού τύπου υλικό, η μεταφορά της πληροφορικής υποδομής τους σε κέντρα δεδομένων αποδείχθηκε πραγματικά θετική ως προς την αποδοτικότητα. Οι ευκολότερες και περισσότερο βιώσιμες αλλαγές έχουν εφαρμοστεί εδώ και πολύ καιρό, προκαλώντας μείωση της συνολικής τάσης απόδοσης τα τελευταία χρόνια. Η Google, για παράδειγμα, διαθέτει ένα εντυπωσιακό PUE 1,11 σε όλα τα κέντρα δεδομένων που έχει σε όλο τον κόσμο, το οποίο είναι ελαφρώς μικρότερο από το θεωρητικά τέλει σκορ που είναι το 1,0. Ενώ αυτή η βαθμολογία είναι αναμφισβήτητα αξιόπαινη, δεν αντικατοπτρίζει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας στα Κέντρα Δεδομένων, η οποία συνεχίζει να αυξάνεται κάθε χρόνο.

Δεν είναι ακόμη σαφές τι αντίκτυπο θα έχουν οι εξελίξεις όπως οι συσκευές Internet of Things (IoT) και οι υπολογιστές αιχμής στη χρήση ενέργειας. Τα πρόσφατα σχεδιασμένα Κέντρα Δεδομένων θα ενσωματώσουν τις βέλτιστες πρακτικές απόδοσης, αλλά επειδή οι περισσότερες συσκευές IoT δεν βρίσκονται φυσικά σε Κέντρα Δεδομένων, συχνά δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τη μέτρηση της. Πολλά Κέντρα Δεδομένων έχουν δεσμευτεί για βιώσιμες ενεργειακές λύσεις και στρέφονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Αν και η τρέχουσα φύση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις ΗΠΑ καθιστά δύσκολο για τους παρόχους να βασίζονται σε αυτήν ως κύρια πηγή ενέργειας, υπάρχουν διάφοροι τρόποι, όπως η αγορά πιστώσεων ανανεώσιμης ενέργειας (RECs), που μπορεί να είναι χρήσιμη για τη συμπλήρωση

ενεργειακών αναγκών και τη βελτίωση του συνολικού αποτυπώματος άνθρακα. Παρά όλες τις εξελίξεις του 21ου αιώνα, πολλές βασικές αρχές της αρχιτεκτονικής υπολογιστών έχουν αλλάξει σε μεγάλο βαθμό από την εφευρεσή τους πριν από πολλές δεκαετίες. Οι επεξεργαστές, για παράδειγμα, έχουν γίνει μικρότεροι και ισχυρότεροι, αλλά εξακολουθούν να λειτουργούν σύμφωνα με τις ίδιες αρχές με τους ογκώδεις και πιο αργούς προγόνους τους. Κάποτε τα τρανζίστορ τους ήταν πολύ πιο αργά από τα καλώδια που τα συνδέουν, σήμερα ισχύει το αντίθετο.

Από τη φύση τους, τα Κέντρα Δεδομένων είναι σχεδιασμένα για μέγιστη αξιοπιστία και αυτό σημαίνει βέλτιστη απόδοση, ισχύ και ικανότητα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργεί μη αναγκαίους πόρους, υπολογιστικοί πόροι που δεν χρησιμοποιούνται. Οτιδήποτε υπερβαίνει το αναγκαίο είναι ουσιαστικά σπατάλη, μια σπατάλη πόρων, σπατάλη κεφαλαίου και σπατάλη δυναμικού. Στην προσπάθειά μας να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας στα Κέντρα Δεδομένων θα πρέπει να βελτιώσουμε και την αποδοτικότητα (όπου αυτό είναι εφικτό). Παρακάτω θα αναφέρουμε κάποιους τρόπους ώστε να το πετύχουμε αυτό.

Μείωση των απαιτήσεων της ψύξης

Δεν είναι μυστικό ότι ο εξοπλισμός και οι Servers παράγουν πολλή θερμότητα, πράγμα που σημαίνει ότι μεγάλο μέρος των δαπανών οφείλεται στην ψύξη και στον κλιματισμό. Ο εξοπλισμός πρέπει να παραμείνει σε ασφαλή θερμοκρασία, κάτι που απαιτεί σωστό εξοπλισμό και ψύξη στο χώρο του Data Center. Αυτή η κατανάλωση ισχύος μπορεί να μειωθεί βελτιστοποιώντας όχι μόνο τις λειτουργίες ψύξης, αλλά και τον χώρο όπου στεγάζεται ο εξοπλισμός. Η σωστή μόνωση, για παράδειγμα, μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση θερμοκρασιών μέσα στο δωμάτιο. Η σωστή αρχιτεκτονική στην τοποθέτηση του εξοπλισμού θα βοηθήσει στην καλύτερη ροή του αέρα ώστε να βελτιωθεί η απόδοση της ψύξης. Ορισμένα πρόσθετα μέτρα που μπορούν να λάβουν οι διαχειριστές είναι τα ακόλουθα:

- Καθαρίστε τα rack από τον περιττό εξοπλισμό
- Ενοποίηση εικονικών μηχανών.
- Αντικαταστήστε τον παλιό ή ξεπερασμένο εξοπλισμό με νέα, πιο αποτελεσματική τεχνολογία
- Αντικατάσταση στα συστήματα ψύξης για βελτίωση της απόδοσης- ειδικά εάν είναι άνω των 10 ετών

Πειράματα με τις θερμοκρασίες

Επειδή η ψύξη είναι τόσο σημαντική, οι περισσότεροι διαχειριστές Κέντρων Δεδομένων είναι απρόθυμοι να πειραματιστούν για να βρουν πιο αποτελεσματικές θερμοκρασίες. Στην πραγματικότητα, η μείωση των διατηρημένων θερμοκρασιών ακόμη και με δύο βαθμούς μπορεί να εξοικονομήσει εκατοντάδες - αν όχι χιλιάδες στο κόστος του Κέντρου Δεδομένων. Μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και έχει ελάχιστη επίδραση στην απόδοση. Αφιερώστε λίγο χρόνο παρακολούθησης των αλλαγών θερμοκρασίας για να βρείτε ένα επίπεδο που λειτουργεί, αλλά επιτρέπει επίσης την αύξηση της εξοικονόμησης.

Ανακαλύψτε τους διακομιστές Zombie

Χάρη σε μια ταχέως αναπτυσσόμενη επιχείρηση με διαρκώς μεταβαλλόμενες λειτουργίες, προσωπικό και διαδικασίες, ορισμένα περιουσιακά στοιχεία είτε παραβλέπονται είτε ξεχνιούνται. Αυτό οδηγεί σε κάτι που ονομάζεται διακομιστής ζόμπι, ένα σύστημα που δεν χρησιμοποιείται πλέον αλλά παραμένει ενεργοποιημένο και καταναλώνει ενέργεια. Η έρευνα δείχνει ότι το 25% των φυσικών διακομιστών και το 30% των εικονικών διακομιστών είναι σε κόμα ή ζόμπι. Σε γενικές γραμμές, δεν κλείνουν επειδή δεν υπάρχει ίχνος χαρτιού σχετικά με το τι περιέχουν ή για τι χρησιμοποιούνται, που σημαίνει ότι οι διαχειριστές φοβούνται να χτυπήσουν το killswitch. Για να αντιμετωπιστεί σωστά αυτό το πρόβλημα, όλα πρέπει να τεκμηριώνονται κατάλληλα και πρέπει να δημιουργηθούν εργαλεία παρακολούθησης για να προσφέρουν άμεση επίβλεψη ως προς το ποιοι διακομιστές χρήσιμοι για την εταιρεία.

Μείωση ή βελτιστοποίηση χώρου

Όταν ήταν δυνατή η εικονικοποίηση του διακομιστή, ήταν σημαντικό να εξοπλίσετε επιπλέον χώρο με περισσότερους διακομιστές για να συμβαδίσετε με τις απαιτήσεις ενέργειας και φόρτωσης. Αυτό δεν ισχύει πλέον - στην πραγματικότητα, μπορεί να είναι πιο χρήσιμο να μειωθεί το μέγεθος εννοώντας τη βελτιστοποιημένη χρήση του διαθέσιμου χώρου. Η εστίαση σε μια αρθρωτή σχεδίαση που μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί για να καλύψει τις ανάγκες της εταιρείας είναι μια εξαιρετική ιδέα για τη διατήρηση κατάλληλων επιπέδων απόδοσης και τον έλεγχο της χρήσης ισχύος του κέντρου δεδομένων. Σε κάθε περίπτωση, ο υπερβολικός χώρος μπορεί να κοστίζει- ειδικά όταν πρέπει να ληφθεί υπόψη στον έλεγχο

ψύξης και αέρα.

Βρείτε ισχυρότερες συνεργασίες προμηθευτών

Κάθε επιχείρηση έχει έναν προμηθευτή κάποιου είδους. Τα κέντρα δεδομένων γενικά καταναλώνουν ενέργεια από έναν ή πολλούς προμηθευτές, κάτι που αποτελεί σημείο για αυξημένο κόστος. Με τη δημιουργία πιο ωφέλιμων σχέσεων ή συνεργασιών, το κόστος αυτό μπορεί να μετριαστεί. Επιπλέον, η απλή εύρεση ενός καλού προμηθευτή ενέργειας μπορεί να σας αποφέρει περισσότερες εξοικονομήσεις μέσω καλής επικοινωνίας. Ο ιδανικός προμηθευτής ενέργειας θα σας βοηθήσει να διαχειριστείτε καλύτερα το χρόνο, επειδή μπορείτε να εστιάσετε σε άλλα, πιο σημαντικά θέματα, όπως προϋπολογισμούς, αποθέματα, διαπραγματεύσεις και άλλα.

Κατανάλωση ισχύος κέντρου δεδομένων: Η κατώτατη γραμμή

Βελτιστοποιώντας ορισμένες λειτουργίες και διαδικασίες - κυρίως έλεγχο θερμοκρασίας και ψύξης - είναι δυνατό να μειωθεί η χρήση ισχύος του κέντρου δεδομένων και να αποκομίσει εξοικονόμηση κόστους η εταιρεία. Σε ορισμένους κύκλους, αυτό είναι σχεδόν άγνωστο, καθώς τα κέντρα δεδομένων τείνουν να αποτελούν έναν ισχυρό σταθμό κατανάλωσης. Απαιτούν τεράστιο φορτίο ενέργειας και πρέπει να παραμένουν συνδεδεμένοι ανά πάσα στιγμή της ημέρας, κάτι που απαιτεί απίστευτα επίπεδα αξιοπιστίας και απόδοσης. Αν και η κατανάλωση ενέργειας από το κέντρο δεδομένων θα συνεχίσει να αποτελεί πρόβλημα στο μέλλον, οι τάσεις υπηρεσιών ενοικίασης χώρου στο Νέφος και παροχή πόρων στο Νέφος κατ' απαίτηση μείωσαν σημαντικά τη συνολική επίπτωση αυτών των εγκαταστάσεων. Κάποτε τα κέντρα δεδομένων αναμενόταν να ωθήσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις σε μη βιώσιμα επίπεδα, όμως οι εξελίξεις στην ενεργειακή απόδοση του κέντρου δεδομένων κατά την τελευταία δεκαετία δημιούργησαν μια ευκαιρία για έρευνα και εφαρμογή πιο μακροπρόθεσμων λύσεων που θα συνεχίσουν να επιτρέπουν στα κέντρα δεδομένων να εξυπηρετούν τις ανάγκες των εταιρειών και των καταναλωτών που εξαρτώνται από τις υπηρεσίες τους. [Travor House]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Πάροχοι Cloud στον κόσμο και στην Ελλάδα

4.1 Πάροχοι Υπολογιστικού Νέφους στον κόσμο

Οι πάροχοι Υπολογιστικού Νέφους σας δίνουν την ευελιξία να δημιουργήσετε, να διαχειριστείτε και να παραδώσετε μικρές και μεγάλης κλίμακας εφαρμογές ιστού και κινητών. Με την φιλοξενία εικονικού διακομιστή, σας παρέχουν ποικίλους πόρους μέσω του Διαδικτύου, όπως μεγάλη ανάλυση δεδομένων, IoT, υπολογιστές και πολλά άλλα για τον εξορθολογισμό της ανάπτυξης.

Οι πόροι στο Νέφος προσφέρονται συνήθως με δυνατότητες plug-and-play, επιτρέποντάς σας να χρησιμοποιείτε μόνο ό, τι χρειάζεστε, όταν το χρειάζεστε.[Δημήτρης Μαλλάς, 2020],[James Maguire, 2021]

Amazon Web Services (AWS)

Είναι ο παγκοσμίως κορυφαίος προμηθευτής cloud με πάνω από 200 ενσωματωμένες δυνατότητες και υπηρεσίες. Το AWS προσφέρει μια δωρεάν βαθμίδα που σας επιτρέπει να δοκιμάσετε διάφορες υπηρεσίες δωρεάν και χωρίς δεσμεύσεις.

Η Amazon είναι ο κορυφαίος πάροχος Υπολογιστικού Νέφους στον κόσμο, με μερίδιο αγοράς 32,4%, που σας επιτρέπει να πληρώνετε ανάλογα με την κλίμακα. Δηλαδή, όσο λιγότερο χρησιμοποιείτε, τόσο λιγότερα πληρώνετε και όσο περισσότερο χρησιμοποιείτε, τόσο λιγότερο πληρώνετε ανά μονάδα.

Η Amazon προσφέρει εκπαιδευτικά μαθήματα και εκδηλώσεις που έχουν σχεδιαστεί για να βοηθήσουν τα άτομα να δημιουργήσουν και να επικυρώσουν τις δεξιότητές τους, έτσι ώστε να μπορούν να μεγιστοποιήσουν το πλήρες δυναμικό του Νέφους. Αυτά τα μαθήματα προσαρμόζονται τακτικά με ενημερώσεις AWS, έτσι ώστε οι χρήστες να αξιοποιούν τις τελευταίες δεξιότητες του Νέφους. Τόσο οι ψηφιακές όσο και οι μαθησιακές ευκαιρίες στην τάξη είναι διαθέσιμες ανάλογα με την προτίμηση του χρήστη για διάφορες υπηρεσίες για πράγματα όπως το IoT και τα μεγάλα δεδομένα. Με την εκπαίδευση στην τάξη, οι ειδικοί της AWS θα διδάξουν την τάξη και θα παρέχουν βέλτιστες πρακτικές, ενώ η εικονική εκπαίδευση σας επιτρέπει να μάθετε από οπουδήποτε με τον δικό σας ρυθμό. Λόγω του COVID-19, ορισμένες προσωπικές επιλογές μάθησης μπορεί να είναι περιορισμένες ή να αλλάξουν σε εικονικές συνεδρίες.

Το Amazon Partner Network (APN) είναι ένα παγκόσμιο πρόγραμμα που έχει σχεδιαστεί για την τεχνολογία και συμβουλεύει τους ειδικούς της AWS για τη δημιουργία λύσεων για τους πελάτες. Το APN προσφέρει ιδιόκτητα εργαλεία και υποστήριξη που βοηθούν τις εταιρείες να αναπτύξουν και να πουλήσουν τις προσφορές του AWS. Οι συνεργάτες μπορούν να εμβαθύνουν τη μάθηση και τις ικανότητές τους μέσω εκπαιδευτικών μαθημάτων. Αυτά τα μαθήματα δίνουν στους συνεργάτες την ευκαιρία να αποκτήσουν πιστοποίηση AWS ως επαγγελματίες cloud, αρχιτέκτονας, προγραμματιστής.[Larry Dignan,2021]

Εταιρείες που χρησιμοποιούν AWS

Μερικοί από τους μεγάλους μηνιαίους καταναλωτές περιλαμβάνουν:

1. Netflix - \$19 Million
2. Twitch - \$15 Million
3. LinkedIn - \$13 Million
4. Facebook - \$11 Million
5. Turner Broadcasting - \$10 Million
6. BBC - \$9 Million

7. Baidu - \$9 Million

8. ESPN - \$8 Million

9. Adobe - \$8 Million

10. Twitter - \$7 Million

2. Microsoft Azure

Το Microsoft Azure, παλαιότερα γνωστό ως Windows Azure, είναι η public πλατφόρμα υπολογιστών cloud της Microsoft. Παρέχει μια σειρά υπηρεσιών cloud, συμπεριλαμβανομένων υπολογιστών, αναλυτικών στοιχείων, αποθήκευσης και δικτύωσης. Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν από αυτές τις υπηρεσίες για να αναπτύξουν και να κλιμακώσουν νέες εφαρμογές ή να εκτελέσουν υπάρχουσες εφαρμογές στο δημόσιο Νέφος. Η πλατφόρμα Azure στοχεύει να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να διαχειριστούν τις προκλήσεις και να επιτύχουν τους οργανωτικούς τους στόχους. Προσφέρει εργαλεία που υποστηρίζουν όλους τους κλάδους - συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού εμπορίου, των χρηματοοικονομικών και μιας ποικιλίας εταιρειών Fortune 500 - και είναι συμβατό με τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα. Αυτό παρέχει στους χρήστες την ευελιξία να χρησιμοποιούν τα εργαλεία και τις τεχνολογίες που προτιμούν. Επιπλέον, το Azure προσφέρει 4 διαφορετικές μορφές υπολογιστικού νέφους: υποδομή ως υπηρεσία (IaaS), πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS), λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS) και χωρίς διακομιστές. Η Microsoft χρεώνει το Azure με βάση την αμοιβή, καθώς οι συνδρομητές λαμβάνουν έναν λογαριασμό κάθε μήνα που τους χρεώνει μόνο για τους συγκεκριμένους πόρους που έχουν χρησιμοποιήσει.

Μόλις οι πελάτες εγγραφούν στο Azure, έχουν πρόσβαση σε όλες τις υπηρεσίες που περιλαμβάνονται στην πύλη Azure. Οι συνδρομητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις υπηρεσίες για να δημιουργήσουν πόρους που βασίζονται σε cloud, όπως εικονικές μηχανές (VM) και βάσεις δεδομένων. Εκτός από τις υπηρεσίες που προσφέρει η Microsoft μέσω της πύλης Azure, ορισμένοι τρίτοι προμηθευτές κάνουν επίσης διαθέσιμο λογισμικό απευθείας μέσω του Azure. Το κόστος που χρεώνεται για εφαρμογές τρίτων ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει την καταβολή τέλους συνδρομής για την εφαρμογή, συν ένα τέλος χρήσης για την υποδομή που χρησιμοποιείται για τη φιλοξενία της εφαρμογής. [Katy Stalcup,2021]

Η Microsoft παρέχει πέντε διαφορετικές επιλογές υποστήριξης πελατών για το Azure:

- Basic
- Developer
- Standard
- Professional Direct
- Premier

Αυτά τα σχέδια υποστήριξης πελατών ποικίλλουν ως προς το εύρος και την τιμή. Η βασική υποστήριξη είναι διαθέσιμη σε όλους τους λογαριασμούς Azure, αλλά η Microsoft χρεώνει ένα τέλος για τις άλλες προσφορές υποστήριξης. Η υποστήριξη προγραμματιστών κοστίζει 29 \$ ανά μήνα, ενώ η τυπική υποστήριξη κοστίζει 100 \$ ανά μήνα και η υποστήριξη Professional Direct είναι 1000 \$ ανά μήνα. Η Microsoft δεν αποκαλύπτει την τιμολόγηση για υποστήριξη Premier. [Google Cloud overview]

3. Google Cloud Platform

Το Google Cloud αποτελείται από ένα σύνολο φυσικών στοιχείων, όπως υπολογιστές και μονάδες σκληρού δίσκου, και εικονικούς πόρους, όπως εικονικές μηχανές (VM), που περιέχονται στα κέντρα δεδομένων της Google σε όλο τον κόσμο. Κάθε τοποθεσία του κέντρου δεδομένων βρίσκεται σε μια περιοχή. Οι περιοχές είναι διαθέσιμες στην Ασία, την Αυστραλία, την Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και τη Νότια Αμερική. Κάθε περιοχή είναι μια συλλογή ζωνών, οι οποίες είναι απομονωμένες μεταξύ τους εντός της περιοχής. Κάθε ζώνη προσδιορίζεται από ένα όνομα που συνδυάζει ένα αναγνωριστικό γραμμάτων με το όνομα της περιοχής. Για παράδειγμα, η ζώνη α στην περιοχή της Ανατολικής Ασίας ονομάζεται asia-east1-a.

Αυτή η κατανομή πόρων παρέχει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της απόλυσης σε περίπτωση αποτυχίας και μειωμένης καθυστέρησης εντοπίζοντας πόρους πιο κοντά στους πελάτες. Αυτή η διανομή εισάγει επίσης ορισμένους κανόνες σχετικά με τον τρόπο χρήσης των πόρων από κοινού.

Στο Υπολογιστικό Νέφος, αυτό που μπορεί να έχετε συνηθίσει να σκέφτεστε ως προϊόντα λογισμικού και υλικού, γίνονται υπηρεσίες. Αυτές οι υπηρεσίες παρέχουν πρόσβαση στους υποκείμενους πόρους. Η λίστα των διαθέσιμων υπηρεσιών Google Cloud είναι μεγάλη και συνεχίζει να αυξάνεται. Όταν αναπτύσσετε τον ιστότοπο ή την εφαρμογή σας στο Google Cloud, συνδυάζετε και αντιστοιχίζετε αυτές τις υπηρεσίες σε συνδυασμούς που παρέχουν την υποδομή που χρειάζεστε και, στη συνέχεια, προσθέτετε τον κωδικό σας για να ενεργοποιήσετε τα σεναρία που θέλετε να δημιουργήσετε. Ορισμένοι πόροι είναι προσβάσιμοι από οποιονδήποτε άλλο πόρο, σε διάφορες περιοχές και ζώνες. Αυτοί οι καθολικοί πόροι περιλαμβάνουν προκαθορισμένες εικόνες δίσκου, στιγμιότυπα δίσκων και δίκτυα. Ορισμένοι πόροι είναι προσβάσιμοι μόνο από πόρους που βρίσκονται στην ίδια περιοχή. Αυτοί οι περιφερειακοί πόροι περιλαμβάνουν στατικές εξωτερικές διευθύνσεις IP. Άλλοι πόροι είναι προσβάσιμοι μόνο από πόρους που βρίσκονται στην ίδια ζώνη. Αυτοί οι ζωνικοί πόροι περιλαμβάνουν παρουσίες VM, τους τύπους τους και δίσκους. Το εύρος μιας λειτουργίας διαφέρει ανάλογα με το είδος των πόρων που εργάζεστε. Για παράδειγμα, η δημιουργία ενός δικτύου είναι μια παγκόσμια λειτουργία, επειδή ένα δίκτυο είναι ένας παγκόσμιος πόρος, ενώ η κράτηση μιας διεύθυνσης IP είναι μια περιφερειακή λειτουργία επειδή η διεύθυνση είναι ένας περιφερειακός πόρος.

Καθώς αρχίζετε να βελτιστοποιείτε τις εφαρμογές σας στο Google Cloud, είναι σημαντικό να κατανοήσετε πώς αλληλεπιδρούν αυτές οι περιοχές και ζώνες. Για παράδειγμα, ακόμη και αν μπορούσατε, δεν θα θέλατε να συνδέσετε έναν δίσκο σε μια περιοχή σε έναν υπολογιστή σε διαφορετική περιοχή, επειδή η καθυστέρηση που θα εισαγάγατε θα είχε χαμηλή απόδοση. Ευτυχώς, το Google Cloud δεν θα σας αφήσει να το κάνετε αυτό. Οι δίσκοι μπορούν να συνδεθούν μόνο σε υπολογιστές στην ίδια ζώνη. [Mahesh Chand Jul 15, 2021]

4. Alibaba Cloud

Ένας ισχυρός παίκτης στην Ασία, η Alibaba με έδρα τη Σιγκαπούρη είναι ο ηγέτης του Υπολογιστικού Νέφους στην Κίνα, και επίσης πετυχαίνει με το βήμα πωλήσεών της σε πελάτες σε όλο τον κόσμο. Για να το θέσουμε σε προοπτική, η Alibaba έχει υπολογίσει περίπου 6 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως σε έσοδα από το cloud (σε αντίθεση με τα 40 δισεκατομμύρια δολάρια της AWS ετησίως). Η εταιρεία δεν έχει σημαντικό μερίδιο αγοράς στο Υπολογιστικό Νέφος στη Βόρεια Αμερική.

Το 2020, η Alibaba με τόλμη ανακοίνωσε ότι θα δαπανήσει περίπου 28 δισεκατομμύρια δολάρια για την υποδομή Νέφους της για τα επόμενα τρία χρόνια, προσθέτοντας μια σειρά από διακομιστές, δίκτυα και δημιουργίες λειτουργικού συστήματος. Αυτή η επιπλέον επένδυση θα συγκεντρώσει ό, τι είναι ήδη μια ισχυρή πλατφόρμα IaaS και PaaS, μια υπηρεσία κοντέινερ, μια ιδιωτική προσφορά Νέφους που απευθύνεται σε εταιρικούς πελάτες και μια πλατφόρμα μηχανικής μάθησης για AI.

Εν ολίγοις, ενώ η Alibaba δεν έχει την πλήρη προσφορά για να ανταγωνιστεί αυτήν των ηγετών του Νέφους που εδρεύουν στις ΗΠΑ, είναι ο ηγέτης στην Κίνα και θα μπορούσε να ανταγωνιστεί επιθετικά σε πολλές παγκόσμιες αγορές τα επόμενα χρόνια.

5. IBM

Με ένα από τα πιο σε βάθος και εξαιρετικά ανεπτυγμένα χαρτοφυλάκια εταιρικών λύσεων οποιουδήποτε παρόχου σε ολόκληρο τον τεχνολογικό τομέα, το IBM cloud είναι ένα από τα βασικά της εταιρείας μεσαίων και μεγάλων εταιρικών πελατών. Ως πάροχος Υπολογιστικού Νέφους, η IBM έχει παγκόσμιο αποτύπωμα, προσφέροντας λύσεις IaaS και PaaS από κέντρα δεδομένων από τη Βραζιλία έως την Ινδία και τη Γερμανία έως την Κορέα.

Η εξαγορά της Red Hat από την εταιρεία το 2019 επιβεβαιώνει τη βαθιά δέσμευση της IBM για την ανάπτυξη της υποδομής Νέφους της, με μια ανοιχτή, υβριδική προσέγγιση. Πράγματι, η IBM είναι σε καλή θέση για να παίξει στο αναδυόμενο τοπίο πολλαπλών cloud.

Επίσης πολύ σημαντική είναι η εστίαση της IBM στο AI με την πρωτοβουλία Watson. Αν και δεν είναι αυστηρά μια προσφορά που βασίζεται σε cloud, οι σημερινές εταιρείες συχνά αγοράζουν (ή τουλάχιστον ψωνίζουν) τις υπηρεσίες AI από τους παρόχους cloud τους. Επιπλέον, η IBM προσφέρει μεγάλη δύναμη στην ανάλυση δεδομένων και στη μηχανική μάθηση, η οποία συνεργάζεται με την πλατφόρμα cloud.

6. VMware

Η πρώτη ακμή του VMware επέστρεψε πριν από το cloud, όταν το κέντρο δεδομένων κυβερνούσε την πληροφορική. Ως ο αδιαμφισβήτητος κορυφαίος πάροχος εικονικοποίησης στην επιχείρηση, η VMware έκοψε χρήματα και κέρδισε μια θεμελιώδη παρουσία στην εταιρική πληροφορική. Καθώς το κέντρο δεδομένων άρχισε να μεταναστεύει στο cloud, ορισμένοι παρατηρητές της βιομηχανίας αναρωτιούνται πώς θα ταιριάζει το VMware σε αυτό το νέο τοπίο.

Τώρα το 2021, η απάντηση είναι: αρκετά καλά. Το VMware χρησιμεύει ως μια αποτελεσματική και πολύ

απαραίτητη «γέφυρα» μεταξύ του κέντρου δεδομένων δεινοσαύρων και των πολλών επιπλοκών του cloud. Δεδομένου ότι υπάρχουν τόσες πολλές εταιρείες (ιδιαίτερα μεγάλες) που έχουν επενδύσει τόσο πολύ στις εγκαταστάσεις τους, αλλά τώρα βλέπουν μια αδιαπραγμάτευτη ανάγκη μετεγκατάστασης όλο και περισσότερων φόρτων εργασίας στο cloud, το VMware βρίσκεται σε τέλεια θέση. Στο χαρτοφυλάκιο VMware, η εικονική μηχανή ζει δίπλα-δίπλα με κοντέινερ.

Σύμφωνα με τους καιρούς, η VM έχει συμμαχίες με AWS, Microsoft Azure και Google Cloud. Ανήκει στην Dell, το VMware διαθέτει πόρους με βαθιά τσέπη - και είναι τόσο σημαντικό για τη στρατηγική cloud της Dell - που πιθανότατα θα είναι ένας υβριδικός ηγέτης cloud για τα επόμενα χρόνια.

7. Oracle

Μπαίνοντας στην αγορά cloud αργότερα από άλλους ανταγωνιστές, η Oracle ξεκίνησε την Oracle Cloud Infrastructure το 2016. Παρά την καθυστέρησή της, η Oracle έχει παίξει επιθετικά και έχει αποκτήσει αξιοπιστία ως πλατφόρμα cloud.

Η Oracle δεν θεωρείται ως ένας πάροχος δημόσιου cloud με πλήρη χαρακτηριστικά, όπως είναι οι AWS και Azure. Αυτό, παρά τη σαφή δέσμευση της εταιρείας να δημιουργήσει τις προσφορές IaaS και PaaS. Ωστόσο, επικεντρώνεται στο να προσφέρει την κληρονομιά της στη βάση δεδομένων και σε άλλες βασικές επιχειρηματικές προσφορές σε μια ευέλικτη, προηγμένη πλατφόρμα cloud. Στην ουσία, είναι το λογισμικό της Oracle στο Oracle cloud. Ωστόσο, η εταιρεία αυξάνει το μερίδιο αγοράς της με σημαντικό ρυθμό - και η πλατφόρμα cloud της συγκεντρώνει γενικά θετικές κριτικές.

4.2 Παροχοί Υπολογιστικού Νέφους στην Ελλάδα

Σε έναν ισχυρό περιφερειακό «παίκτη» σε έναν ταχύτατα αναπτυσσόμενο κλάδο παγκοσμίως, όπως είναι αυτός του Υπολογιστικού Νέφους και των κέντρων δεδομένων, εξελίσσεται η Ελλάδα. Εκτός από το δημόσιο cloud (GCloud) διάφορες μεγάλες εταιρείες έχουν υλοποιήσει υποδομές για cloud ή βρίσκονται στην φάση υλοποίησης.

1. GOVERNMENT CLOUD

Το GCloud ήρθε να λύσει μια σειρά από προβλήματα που υπήρχαν με τα αυτόνομα Κέντρα Δεδομένων του δημοσίου. Κάποια από αυτά είναι η κακή συντήρηση σε παλιά μηχανήματα με αποτέλεσμα να είναι κοστοβόρα και χωρίς να αξιοποιούνται επαρκώς. Το GCloud στοίχισε στο ελληνικό δημόσιο περίπου 17 εκ. ευρώ, έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με το πρότυπο Tier III κατά Uptime Institute, με τη διαθεσιμότητα των υποδομών στο 99,982% και είναι σε παραγωγική λειτουργία από τον Ιανουάριο 2017. Αποτελείται από 2,789 φυσικούς πυρήνες δηλαδή 11000 εικονικούς και έχει 35 TB ram και 345 TB μνήμη. Η προσέγγιση της ασφάλειας είναι ολιστική και σύμφωνη με το πρότυπο ISO 27001:2013. Στηρίζεται στο τρίπτυχο Ακεραιότητα, Διαθεσιμότητα, Εμπιστευτικότητα. Η διαθεσιμότητα της υποδομής σε όλα τα επίπεδα (Ηλεκτρομηχανολογικά, Υποδομή IT, Δικτυακή υποδομή) είναι της τάξεως του 24 x 7 x 365 και ανέρχεται σε 99,982% <1,6 ώρες down time ετησίως σύμφωνα με το πρότυπο Tier III κατά Uptime Institute. Έχει την δυνατότητα να φιλοξενήσει 100άδες Πληροφορικά Συστήματα με υψηλή ενεργειακή απόδοση (PUE <1.4) και ταυτόχρονα με μικρή απαίτηση χώρου, είναι επεκτάσιμο (στα υφιστάμενα racks) σε ποσοστό πλέον του 40%, είναι συμβατό με τους περισσότερους κατασκευαστές εξοπλισμού. Η φιλοξενία των πληροφοριακών συστημάτων έχει σαν αποτέλεσμα μείωση των δαπανών για το ελληνικό δημόσιο. Ήδη από 1/2017 φιλοξενούσε 8 πληροφοριακά συστήματα στο Private Cloud παρέχοντας υπηρεσία IaaS και 2 Πληροφοριακών Συστημάτων στο Public Cloud παρέχοντας υπηρεσία IaaS. Μέχρι αυτήν την στιγμή έχει φτάσει να φιλοξενεί πάνω από 100 Δήμους και το 80% των Υπουργείων.

2. Microsoft

Μια από τις πιο πολυσυζητημένες επενδύσεις στην Ελλάδα είναι αυτή της εταιρείας Microsoft σε συνεργασία και με το Δημόσιο, υπολογίζεται ότι το μέγεθος της επένδυσης θα φτάσει τα 400 εκ. ευρώ όμως η πολλαπλασιαστική αξία της επένδυσης σε διάφορους τομείς της οικονομίας ανεβάζουν τον πήχη στο 1 δις. Ευρώ. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα είναι μόλις η 8η χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση όπου η Microsoft έχει δημιουργήσει ή πρόκειται σύντομα να λειτουργήσει ένα data center region. Η data center region, όπως ονομάζονται τα συμπλέγματα data center της Microsoft, θα αναπτυχθούν στην Αττική και θα αποτελούνται από τρεις διακριτές μονάδες. Ο λόγος που θα γίνουν τρεις διακριτές μονάδες είναι κυρίως οι αυστηρές προδιαγραφές ασφαλείας και η εξασφάλιση απρόσκοπτης λειτουργίας σε σενάρια όπως τυχόν

βλάβη του ενός, φυσική καταστροφή και άλλα. Σημειώνεται ότι για τη λειτουργία τους θα αξιοποιηθεί η πράσινη ενέργεια. [27 Microsoft]

3. Lamda Hellix (In Hellix)

Το InHellix είναι το δυναμικό, αναπτυσσόμενο οικοσύστημα της Lamda Hellix, που περιλαμβάνει κορυφαίους παρόχους υπηρεσιών hosting, cloud και τηλεπικοινωνιών. Το οικοσύστημα InHellix συμπληρώνει τις βασικές υπηρεσίες και αναβαθμίζει το εύρος των λύσεων που προσφέρουν. Έχουν αναπτύξει στρατηγικές συνεργασίες με κορυφαίους παρόχους λύσεων τεχνολογίας που απευθύνεται στις διαρκώς εξελισσόμενες ανάγκες των σύγχρονων επιχειρήσεων, δημιουργώντας ομαδοποιημένα πακέτα υπηρεσιών που ταιριάζουν σε συγκεκριμένες ανάγκες. [Lamda Hellix]

4. Acronis

Η Interworks AE, διανομέας και πάροχος υπηρεσιών cloud σε Ελλάδα, Κύπρο και Μάλτα, και η Acronis, παγκόσμιος ηγέτης λύσεων προστασίας στον κυβερνοχώρο, εγκαινίασαν πριν λίγους μήνες ένα νέο cloud data center στη Θεσσαλονίκη. Αναγνωρίζοντας τις υπηρεσίες που παρέχει η Interworks στους συνεργάτες της, η Acronis επέλεξε το data center της πρώτης ως τον κύριο χώρο φιλοξενίας των υπηρεσιών της στη ΝΑ Ευρώπη. Στο εξής, οι τοπικοί πάροχοι υπηρεσιών Acronis έχουν πρόσβαση σε μια ολοκληρωμένη γκάμα λύσεων προστασίας στον κυβερνοχώρο, με τις οποίες μπορούν να δημιουργήσουν νέες υπηρεσίες παρέχοντας ταχύτερη πρόσβαση, σταθερή διαθεσιμότητα και προστασία δεδομένων στους πελάτες τους. Με το νέο cloud data center στην Ελλάδα, οι τοπικοί πάροχοι υπηρεσιών cloud μπορούν να αξιοποιήσουν το σημαντικό πλεονέκτημα της αποθήκευσης κρίσιμων επιχειρησιακών δεδομένων τοπικά.

5. Lancom

Η Lancom είναι μια αμιγώς ελληνική εταιρεία που δραστηριοποιείται αποκλειστικά στο πεδίο των IT υπηρεσιών data center, παρέχοντας εξειδικευμένες υπηρεσίες Υπολογιστικού Νέφους και τηλεπικοινωνιών. Διαθέτει δύο Enterprise cloud data centers σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη, παρέχοντας όλο το φάσμα των υπηρεσιών του Νέφους και των Κέντρων Δεδομένων. Η Lancom είναι η πρώτη και η μοναδική Ελληνική εταιρεία με δύο ολοκληρωμένα ιδιόκτητα data centers που καλύπτουν γεωγραφικά όλες τις ανάγκες των επιχειρήσεων ενώ για πρώτη φορά μια Ελληνική εταιρεία προσφέρει έως και 100% SLA καθώς και αξιόπιστες failover υλοποιήσεις. [Lancom]

6. Sparkle

Τα Κέντρα Δεδομένων της Sparkle στην Ελλάδα περιλαμβάνουν συνολική έκταση 14.000 m². τρία βρίσκονται στην Αθήνα στις περιοχές Κορωπί και Μεταμόρφωση και ένα στα Χανιά στην Κρήτη. Προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών τελευταίας τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένης της συνεργασίας με υποστήριξη πρώτου και δεύτερου επιπέδου, συνδεσιμότητα, δικτύωση και λύσεις cloud. Η φιλοξενία του υπολογιστικού ή/και τηλεπικοινωνιακού συστήματος σε ένα από τα Κέντρα Δεδομένων της Sparkle Greece παρέχει γρήγορες, αξιόπιστες και οικονομικά αποδοτικές επιλογές συνδεσιμότητας στους πελάτες καθώς και σε άλλους παρόχους τηλεπικοινωνιών. Χάρη στην ανοιχτή και ανθεκτική διαμόρφωσή τους, τα κέντρα δεδομένων μας προσφέρουν ένα πλούσιο οικοσύστημα πολλαπλών διασυνδεδεμένων φορέων για εγχώρια και διεθνή συνδεσιμότητα [Sparkle]

7. Neuropublic

Το υπολογιστικό νέφος (cloud) της NEUROPUBLIC, στεγάζεται σε ειδικά διαμορφωμένο Data Center, που έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί στο κτήριο της NEUROPUBLIC. Το Data Center βρίσκεται σε ασφαλή χώρο ελεγχόμενης πρόσβασης, υποστηρίζεται από μηχανισμούς και συστήματα ασφαλείας τόσο σε λειτουργικό (π.χ. ρεύμα-UPS-γεννήτρια, κλιματισμός, σύστημα πυρόσβεσης) όσο και σε πληροφοριακό επίπεδο (redundant συστοιχίες συστημάτων, δικτυακών συσκευών, συσκευών ασφαλείας), ώστε να επιτυγχάνεται αδιάλειπτη λειτουργία και υψηλότατο επίπεδο διαθεσιμότητας των πόρων.

Για τη διαμόρφωση του Data Center, η NEUROPUBLIC συνεργάστηκε με τους μεγαλύτερους παρόχους εξοπλισμού υποδομής (Brand-Rex, APC, Stulz, IBM, Dell, HP, κλπ), ενώ οι τηλεπικοινωνιακές ανάγκες του καλύπτονται από δύο παρόχους, με χρήση ιδιόκτητου φάσματος διευθυνσιοδότησης που η εταιρεία διαθέτει, εξασφαλίζοντας έτσι ανεξαρτησία από τους παρόχους και διαθεσιμότητα 100% των διαδικτυακών της εφαρμογών. [Neuropublic]

8. Atrotech

Η αδιάλειπτη λειτουργία της Atrotech βασίζεται στις υποδομές data center στην Ελλάδα και τα Βαλκάνια. Με στόχο να διασφαλίσει τη μεγαλύτερη ευελιξία για διασύνδεση με τους συνεργάτες της, ώστε να προσφέρει συνεχώς το υψηλότερο επίπεδο υπηρεσιών, διαθέτει ενεργούς κεντρικούς κόμβους στην Αθήνα

(AIA Data Center, TIS Sparkle IDC), στη Θεσσαλονίκη (Synapsecom) και στην Σόφια, Βουλγαρίας (Telepoint). Τα data centers είναι όλα υψηλών προδιαγραφών ώστε να συνάδουν με τη φυσική ασφάλεια των υπηρεσιών. Ειδικά η υποδομή εντός AIA βρίσκεται στο High Security datacenter με την υψηλότερη φυσική ασφάλεια στην Ελλάδα. Οι ενεργοί κόμβοι της Atrotech, σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Σόφια, διασυνδέονται μεταξύ τους με σκοπό την άμεση ανταλλαγή δεδομένων για την εύρυθμη παροχή των υπηρεσιών. Όλες οι διασυνδέσεις είναι προστατευμένες μέσω διπλής όδευσης ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη διαθεσιμότητα του δικτύου.

9. SingularLogic

Η SingularLogic, μέλος του Ομίλου Space Hellas, είναι μία κορυφαία εταιρεία επιχειρηματικού λογισμικού, υπηρεσιών και καινοτομικών ψηφιακών λύσεων για μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμούς του Ιδιωτικού και του Δημόσιου τομέα.

Η SingularLogic αξιοποιεί την τεράστια εμπειρία και τεχνογνωσία της για να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά στις ψηφιακές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι πελάτες της, παρέχοντας ένα ευρύ χαρτοφυλάκιο λύσεων και υπηρεσιών, για επιχειρήσεις, οργανισμούς και κάθετες αγορές, ενώ παράλληλα σχεδιάζει, υλοποιεί και υποστηρίζει ολοκληρωμένες λύσεις πληροφορικής κορυφαίων Διεθνών οίκων, υποστηρίζοντας τους πελάτες της στην επίτευξη των στρατηγικών τους στόχων. [SingularLogic]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Εφαρμογές Υπολογιστικού Νέφους σε οργανισμούς

5.1 Εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους

Οι εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους είναι λογισμικό στο οποίο οι χρήστες έχουν πρόσβαση κυρίως μέσω του Διαδικτύου, πράγμα που σημαίνει ότι τουλάχιστον ένα μέρος του διαχειρίζεται ένας server και όχι οι τοπικοί υπολογιστές των χρηστών. Οι στρατηγικές ανάπτυξης εφαρμογών cloud βοηθούν τις ομάδες ανάπτυξης να σχεδιάσουν εφαρμογές (για front-end και ομάδες λειτουργιών back-end) σε οποιαδήποτε υποδομή IT: φυσική, εικονική ή cloud.

5.2 Σύντομο ιστορικό (και μελλοντικές προβλέψεις)

Αυτός ο βασικός ορισμός δεν περιγράφει πλήρως τον τρόπο με τον οποίο οι εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους έχουν αναδιαμορφώσει τις αγορές και τα επιχειρηματικά μοντέλα, ωστόσο, εάν έχουν σχεδιαστεί σωστά, οι εφαρμογές cloud μπορούν να προσφέρουν μια εμπειρία στον χρήστη, όπως ένα πρόγραμμα εγκατεστημένο εξ ολοκλήρου σε ένα τοπικό μηχάνημα (ταμπλετ, λαπτοπ κ.α), αλλά με μειωμένες ανάγκες σε πόρους, πιο εύκολο στην ενημέρωση και δυνατότητα πρόσβασης σε λειτουργίες αλλά και σε διαφορετικές συσκευές. Οι νέες εφαρμογές cloud μπορούν να γίνουν βασικές πηγές εσόδων και να προκαλέσουν μεγάλες μετατοπίσεις σε αγορές και επιχειρηματικά μοντέλα. Η Gartner προβλέπει έσοδα 110,5 δισεκατομμυρίων δολαρίων από παγκόσμιες υπηρεσίες cloud το 2020 και επιπλέον προβλέπει αύξηση στα 143,7 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2022.

5.3 Ποια είναι τα διαφορετικά σχέδια των εφαρμογών του Υπολογιστικού Νέφους

Πιο αναλυτικά, μια εφαρμογή cloud είναι ένα λογισμικό που εκτελεί τη λογική επεξεργασίας και την αποθήκευση δεδομένων μεταξύ 2 διαφορετικών συστημάτων: από την πλευρά του πελάτη και από τον διακομιστή. Κάποια επεξεργασία πραγματοποιείται σε τοπικό υλικό τελικού χρήστη, όπως επιτραπέζια ή κινητή συσκευή, και κάποια γίνεται σε απομακρυσμένο διακομιστή. Συνήθως, ένα από τα πλεονεκτήματα των εφαρμογών cloud είναι ότι το μεγαλύτερο μέρος της αποθήκευσης δεδομένων υπάρχει σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή. Στην πραγματικότητα, ορισμένες εφαρμογές cloud μπορούν ακόμη και να κατασκευαστούν έτσι ώστε να μην καταναλώνουν σχεδόν καθόλου χώρο αποθήκευσης σε μια τοπική συσκευή. Οι χρήστες αλληλοπειδρούν με μια εφαρμογή cloud μέσω προγράμματος περιήγησης ιστού ή διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (API). Αυτές είναι οι θεμελιώδεις αρχές μιας εφαρμογής cloud.

5.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των εφαρμογών του Υπολογιστικού Νέφους

5.4.1 Πλεονεκτήματα εφαρμογής Υπολογιστικού Νέφους

1. Μείωση κόστους

Η ανάπτυξη εφαρμογών cloud μπορεί να επιτευχθεί σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα με μικρή έως καθόλου εκ των προτέρων επένδυση σε υποδομές πληροφορικής. Όχι μόνο οι οργανισμοί γλιτώνουν το

κόστος αγοράς διακομιστών και άλλου εξοπλισμού, αλλά εξοικονομούν επίσης δαπάνες διαχείρισης, ισχύος, κλιματισμού και συντήρησης που σχετίζονται με τη λειτουργία του. Οι υπηρεσίες Cloud προσφέρουν επίσης ευέλικτα μοντέλα ενοικίασης χώρου, επομένως οι επιχειρήσεις πληρώνουν μόνο για την αποθήκευση και τη χωρητικότητα που χρησιμοποιούν.

2. Αξιοπιστία

Οι πάροχοι υπηρεσιών cloud διαθέτουν την υποδομή και εγγυώνται υψηλά επίπεδα ασφάλειας και διαθεσιμότητας υπηρεσιών για τις εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των άμεσα διαθέσιμων εφεδρικών διακομιστών σε περίπτωση μη προγραμματισμένης διακοπής της υπηρεσίας. Όταν το σύστημα «σπάσει», είναι ευθύνη του παρόχου υπηρεσιών να το διορθώσει - όχι της εταιρίας που νοικιάζει τον χώρο.

3. Ευκολία διαχείρισης

Οι οργανισμοί σήμερα μπορούν να εφαρμόσουν λύσεις πλατφόρμας διαχείρισης cloud (cloud management platform) για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των εφαρμογών του cloud που αναπτύσσονται σε πολλαπλά περιβάλλοντα. Τα CMP χρησιμοποιούν έναν εκτενή κατάλογο API για να αντλούν δεδομένα από όλο το περιβάλλον cloud και να τα τροφοδοτούν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα όπου ο οργανισμός μπορεί εύκολα να παρακολουθεί την απόδοση, την ασφάλεια και τη συμμόρφωση.

5.4.2 Μειονεκτήματα εφαρμογής Υπολογιστικού Νέφους

1. Χρόνος χωρίς διαδίκτυο

Όταν μια εφαρμογή αναπτύσσεται στο cloud, απαιτείται σύνδεση στο Διαδίκτυο για να υπάρχει πρόσβαση σε αυτήν. Μια απρογραμματίστη διακοπή του Διαδικτύου θα μπορούσε συνεπώς να προκαλέσει σημαντική διακοπή των επιχειρήσεων, διακόπτοντας την πρόσβαση σε εφαρμογές cloud. Οι πάροχοι υπηρεσιών Cloud ενδέχεται επίσης να αντιμετωπίζουν τεχνικές διακοπές, κατά τη διάρκεια των οποίων όλες οι εφαρμογές και τα δεδομένα σας δεν θα ήταν διαθέσιμα.

2. Έλεγχος

Η αντιστάθμιση είναι ανάμεσα στην εξοικονόμηση κόστους και τον έλεγχο που θα έχουν στο σύστημα. Η υποδομή του Cloud ανήκει, διαχειρίζεται και λειτουργείται από τον πάροχο του cloud, πράγμα που σημαίνει ότι ο οργανισμός δεν έχει πραγματικό έλεγχο στην υποδομή back-end. Αυτό καθιστά το cloud ιδανική επιλογή για οργανισμούς που θέλουν να διαχειρίζονται μόνο εφαρμογές, δεδομένα και υπηρεσίες, αλλά όχι τη φυσική πλευρά.

3. Ασφάλεια

Καθώς οι οργανισμοί αυξάνουν τον αριθμό των εφαρμογών cloud, καθίσταται δυσκολότερο να παρακολουθείται συνεχώς η κατάσταση ασφάλειας της υποδομής και να διασφαλίζεται ότι οι εφαρμογές στο cloud δεν περιέχουν ευπάθειες που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν μέσω επιθέσεων στον κυβερνοχώρο. Οι πλατφόρμες διαχείρισης cloud, όπως η Sumo Logic, επιτρέπουν στους οργανισμούς πληροφορικής να συγκεντρώνουν δεδομένα από εφαρμογές στο cloud και να τα χρησιμοποιούν για να επιτυγχάνουν συνεχή παρακολούθηση των απειλών και των τρωτών σημείων ασφαλείας.

5.5 Διάφορες αναμεσά στις εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους και των Υπολογιστών

Οι εφαρμογές για τα desktop εξαρτώνται από την πλατφόρμα και απαιτούν ξεχωριστή έκδοση για κάθε λειτουργικό σύστημα. Η ανάγκη πολλαπλών εκδόσεων αυξάνει τον χρόνο και το κόστος ανάπτυξης και περιπλέκει τον έλεγχο αλλά και την υποστήριξη εκδόσεων. Αντίθετα, οι εφαρμογές cloud μπορούν να προσεγγιστούν μέσω ποικίλων συσκευών και λειτουργικών συστημάτων και είναι ανεξάρτητες από την πλατφόρμα, κάτι που συνήθως οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους. Κάθε συσκευή σε μια εφαρμογή desktop απαιτεί τη δική της εγκατάσταση. Επειδή δεν είναι δυνατή η αναβάθμιση κάθε φορά που είναι διαθέσιμη μια νέα έκδοση, είναι δύσκολο να έχουν όλοι οι χρήστες την ίδια. Η ανάγκη παροχής ταυτόχρονης υποστήριξης για πολλές εκδόσεις μπορεί να επιβαρύνει την τεχνική υποστήριξη. Οι εφαρμογές Cloud δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα ελέγχου έκδοσης, καθώς οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση και να εκτελούν μόνο την διαθέσιμη έκδοση στο cloud.

5.6 Διαφορές ανάμεσα στις εφαρμογές του Υπολογιστικού Νέφους και των Web εφαρμογών

Με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι διαφορές μεταξύ εφαρμογών cloud και web έχουν θολώσει. Οι εφαρμογές cloud και web έχουν πρόσβαση σε δεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα σε απομακρυσμένους σκληρούς δίσκους. Και οι δύο χρησιμοποιούν την ισχύ επεξεργασίας ενός server που μπορεί να βρίσκεται στις εγκαταστάσεις ή σε ένα μακρινό κέντρο δεδομένων.

Μια βασική διαφορά μεταξύ εφαρμογών cloud και web είναι η αρχιτεκτονική. Μια εφαρμογή Ιστού ή μια διαδικτυακή εφαρμογή πρέπει να έχει συνεχή σύνδεση στο Διαδίκτυο για να λειτουργεί. Αντίθετα, μια εφαρμογή cloud ή μια εφαρμογή που βασίζεται σε cloud εκτελεί εργασίες επεξεργασίας σε έναν τοπικό υπολογιστή ή σταθμό εργασίας. Απαιτείται σύνδεση στο Διαδίκτυο κυρίως για τη λήψη ή τη μεταφόρτωση δεδομένων.

Μια εφαρμογή ιστού δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν ο απομακρυσμένος διακομιστής δεν είναι διαθέσιμος. Σε αντίθεση με την εφαρμογή cloud που εάν ο απομακρυσμένος διακομιστής δεν είναι διαθέσιμος, το λογισμικό που είναι εγκατεστημένο στην τοπική συσκευή χρήστη μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί, παρόλο που δεν μπορεί να φορτώσει και να πραγματοποιήσει λήψη δεδομένων έως ότου αποκατασταθεί η υπηρεσία στον απομακρυσμένο διακομιστή.

Η διαφορά μεταξύ εφαρμογών cloud και web μπορεί να απεικονιστεί με δύο κοινά εργαλεία παραγωγικότητας, το email και την επεξεργασία κειμένου. Το Gmail, για παράδειγμα, είναι μια εφαρμογή ιστού που απαιτεί μόνο πρόγραμμα περιήγησης και σύνδεση στο Διαδίκτυο. Μέσω του προγράμματος περιήγησης, είναι δυνατό να ανοίξετε, να γράψετε και να οργανώσετε μηνύματα χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες αναζήτησης και ταξινόμησης. Όλη η λογική επεξεργασίας εμφανίζεται στους διακομιστές του παρόχου υπηρεσιών (Google, σε αυτό το παράδειγμα) είτε μέσω των πρωτοκόλλων HTTP είτε μέσω του HTTPS του διαδικτύου. Μια εφαρμογή CRM που έχει πρόσβαση μέσω ενός προγράμματος περιήγησης βάσει λογισμικού ως ρύθμιση υπηρεσίας (SaaS) είναι μια εφαρμογή ιστού. Οι διαδικτυακές τραπέζικες συναλλαγές θεωρούνται διαδικτυακές εφαρμογές που δεν εγκαθιστούν λογισμικό τοπικά. Ένα παράδειγμα μιας εφαρμογής cloud είναι η επεξεργασία κειμένου το Microsoft Office 365 του Word που είναι εγκατεστημένη σε έναν σταθμό εργασίας. Η εφαρμογή εκτελεί εργασίες τοπικά σε ένα μηχάνημα χωρίς σύνδεση στο Διαδίκτυο. Το cloud μπαίνει στο παιχνίδι όταν οι χρήστες αποθηκεύουν εργασία σε έναν διακομιστή cloud του Office 365.

5.7 Δοκιμή εφαρμογών του Υπολογιστικού Νέφους

Ο έλεγχος εφαρμογών cloud πριν από την ανάπτυξη είναι απαραίτητος για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της βέλτιστης απόδοσης. Μια εφαρμογή cloud πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις διαδικτυακές επικοινωνίες με πολλά cloud και την πιθανότητα ταυτόχρονης πρόσβασης σε δεδομένα από πολλές πηγές. Χρησιμοποιώντας κλήσεις API, μια εφαρμογή cloud μπορεί να βασίζεται σε άλλες υπηρεσίες cloud για εξειδικευμένη επεξεργασία. Οι αυτοματοποιημένες δοκιμές μπορούν να βοηθήσουν σε αυτό το σύστημα πολλαπλών δυνατοτήτων, πολλαπλών πόρων και πολλών παρόχων. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών container και microservices έχει εισαγάγει πρόσθετα επίπεδα δοκιμών και πιθανά σημεία αποτυχίας και επικοινωνίας. Ενώ τα container μπορούν να απλοποιήσουν την ανάπτυξη εφαρμογών και να παρέχουν φορητότητα, ο πολλαπλασιασμός των container εισάγει πρόσθετη πολυπλοκότητα. Τα container πρέπει να διαχειρίζονται, να καταχωρούνται και να ασφαρίζονται, με το καθένα να έχει δοκιμαστεί για τη δική του απόδοση, ασφάλεια και ακρίβεια. Παλαιές εφαρμογές που εκτελούν πολλές, διαφορετικές εργασίες αναδιαμορφώνονται σε πολλές microservices μιας εργασίας που πρέπει να λειτουργούν απρόσκοπτα και αποτελεσματικά, τα σενάρια δοκιμής και οι διαδικασίες αναπτύσσονται αντίστοιχα περίπλοκα και χρονοβόρα. Ο έλεγχος της ασφάλειας εφαρμογών cloud περιλαμβάνει δοκιμή δεδομένων. Πρέπει επίσης να εξεταστούν πιθανοί φορείς επίθεσης, συμπεριλαμβανομένων των προηγμένων μόνιμων απειλών, της καταναμημένης άρνησης παροχής υπηρεσιών (DDoS) και του ηλεκτρονικού ψαρέματος. Οι εφαρμογές Cloud πρέπει να δοκιμαστούν για να διασφαλιστεί ότι η επεξεργασία γίνεται χωρίς σφάλματα. Ενδέχεται να απαιτούνται διαδικασίες δοκιμής για συμμόρφωση με κανόνες που έχουν θεσπιστεί από έναν συγκεκριμένο τρίτο πάροχο.

5.8 Παραδείγματα εφαρμογών Υπολογιστικού Νέφους

SLACK

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Το Slack είναι ένα εργαλείο συνεργασίας για ομάδες και εταιρείες. Τα κανάλια μπορούν να οργανωθούν από άτομα, ομάδες κ.λπ. είναι ουσιαστικά ομαδικά μηνύματα για να διασφαλιστεί ότι όλοι βρίσκονται στην ίδια σελίδα όταν πρόκειται για επικοινωνία. Η εταιρεία διαθέτει ακόμη συνομιλία μέσω βίντεο και κοινή χρήση αρχείων PDF και ενσωματώνει άλλες εταιρείες cloud όπως το Dropbox και το Salesforce.

Επιπτώσεις στη βιομηχανία

Πολλοί μεγάλοι οργανισμοί - συμπεριλαμβανομένων των HelloFresh, NASA, Airbnb και Target - χρησιμοποιούν το Slack για να επικοινωνούν και να συνεργάζονται.

ZOOM

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Το Zoom είναι μια πλατφόρμα λογισμικού cloud για τηλεδιασκέψεις ήχου και βίντεο και έχει την δυνατότητα να καταγράφει συσκέψεις και τις αποθηκεύει στο cloud, έτσι ώστε οι χρήστες να έχουν πρόσβαση σε αυτές οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε.

Επιπτώσεις στον κλάδο: Οι Slack, Uber, NASDAQ και Ticketmaster χρησιμοποιούν το Zoom για να ενισχύσουν τη συνεργασία μεταξύ ομάδων και να αποθηκεύουν συναντήσεις για μελλοντική αναφορά.

Finix

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Το Finix είναι μια πλατφόρμα που επιτρέπει σε εταιρείες λογισμικού, και εταιρίες που ασχολούνται με αγορές να βελτιστοποιήσουν τη διαδικασία πραγματοποίησης πληρωμών εσωτερικά μέσω πύλης, ενσωμάτωσης εμπόρων, αναφορών, διακανονισμού και εργαλείων και λύσεων αντιστροφής χρέωσης ενσωματωμένων σε μία μόνο πλατφόρμα.

Επιπτώσεις στη βιομηχανία: Από την ίδρυσή της το 2015, η Finix έλαβε χρηματοδότηση άνω των 96 εκατομμυρίων δολαρίων - ενισχύοντας τη θέση της ως ηγέτης στον κλάδο πληρωμών για μεγάλες και μικρές αγορές.

DIGITAL

OCEAN

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Η πλατφόρμα DigitalOcean βοηθά τις ομάδες ανάπτυξης προϊόντων, να διαχειριστούν και να κλιμακώσουν νέα προϊόντα. Στην πλατφόρμα IaaS, οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν πολλές εικονικές μηχανές σε δευτερόλεπτα .

Επιπτώσεις στη βιομηχανία: Οι WeWork, Splunk και Slack χρησιμοποιούν όλοι την πλατφόρμα IaaS της DigitalOcean για να αναπτύξουν και να αυξήσουν προϊόντα τους.

Saggezza

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Η Saggezza παρέχει σε εταιρείες λύσεις ώστε να τις βοηθήσουν να αντιμετωπίσουν τις μεγαλύτερες προκλήσεις τους, προσφέροντας υπηρεσίες συμβουλευτικής, UX, analytics, cloud και IT βελτιστοποίησης για να τους δώσουν ένα καλύτερο πλεονέκτημα μέσω της τεχνολογίας.

Αντίκτυπος στη βιομηχανία: Η εταιρεία εργάζεται στο σύστημα Salesforce για τη διαχείριση των σχέσεων και τον εξορθολογισμό των επιχειρηματικών διαδικασιών, βελτιώνοντας τόσο την εμπειρία των πελατών όσο και των εργαζομένων σε κάθε αλληλεπίδραση.

AMAZON WEB SERVICES (AWS)

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Το AWS Lambda επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν και να διαχειρίζονται κώδικα για οποιαδήποτε εφαρμογή ή υπηρεσία backend χωρίς παροχή ή διαχείριση διακομιστών. Το μοντέλο pay-as-you-go προσαρμόζεται συνεχώς σε συνδυασμό με μια επιχείρηση που μπορεί να καλύψει αλλαγές σε πραγματικό χρόνο στην αποθήκευση και τη χρήση δεδομένων.

Επιπτώσεις στη βιομηχανία: Ο γνωστός εταιρείες σε πολλές διαφορετικές βιομηχανίες χρησιμοποιούν το AWS Lambda, συμπεριλαμβανομένων των The Seattle Times, Bustle, της Coca Cola Company και του

iRobot.

DROPBOX

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Επειδή το Dropbox επιτρέπει στους χρήστες να μοιράζονται μεγάλα αρχεία, διευκολύνει τη συνεργασία. Έχετε ένα μεγάλο έργο Powerpoint, Photoshop ή Sketch που χρειάζεται τη συμβολή της ομάδας σας, αλλά κάνει το email σας δεν σας αφήνει να στείλετε τα αρχεία; Το Dropbox είναι η λύση.

Επιπτώσεις στον κλάδο: Το Dropbox επιτρέπει τώρα την πλήρη ενσωμάτωση συνεργατικών εφαρμογών, όπως το DocuSign και το Vimeo, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να ανεβάζουν συμβόλαια, βίντεο και άλλο υλικό για την διευκόλυνση μιας συνεργασίας.

Datadog

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Το Datadog είναι ένα λογισμικό που εκτελείται στους κεντρικούς υπολογιστές. Συλλέγει συμβάντα και μετρήσεις από κεντρικούς υπολογιστές και τις στέλνει στο Datadog, αναλύει τα δεδομένα έτσι δίνει την δυνατότητα να παρακολουθείτε τις εξαρτήσεις υπηρεσιών (Service dependencies), να μειώσετε τον λανθάνοντα χρόνο και να εξαλείψετε τα σφάλματα, έτσι ώστε οι χρήστες σας να έχουν την καλύτερη δυνατή εμπειρία.

Επιπτώσεις στον κλάδο: Η πλατφόρμα Datadog διαθέτει περισσότερες από 400 ενσωματωμένους και ισχυρούς πίνακες ελέγχου για παρακολούθηση ολόκληρης της υποδομής, καθιστώντας το μια απαραίτητη πλατφόρμα για προβολή σε επίπεδο επιχειρήσεων.

Zscaler

Πώς χρησιμοποιεί το cloud: Η Zscaler είναι μια νέα προσέγγιση για την εξασφάλιση απομακρυσμένης πρόσβασης που βασίζεται σε μοντέλο περιμέτρου (software-defined perimeter). Μια υπηρεσία που παρέχεται πλήρως από το cloud, το Zscaler διασφαλίζει ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες έχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένες ιδιωτικές εφαρμογές δημιουργώντας ασφαλή τμήματα μεταξύ ενός χρήστη και μιας εφαρμογής. Η πλατφόρμα επιβλέπει περισσότερες από 140 δισεκατομμύρια συναλλαγές την ημέρα, πιάνοντας και παρακολουθώντας 100 εκατομμύρια απειλές κατά μέσο όρο την ημέρα, αυτό καθιστά τη Zscaler παγκόσμιο ηγέτη στην προστασία σε επίπεδο επιχειρήσεων.

Επιπτώσεις στη βιομηχανία: Το Zscaler ενσωματώνεται στις μεγαλύτερες πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων των Microsoft, AT&T, AWS, VMware και άλλων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Wikipedia, Cloud Computing (https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing)
2. Wikipedia, Time - Sharing (<https://en.wikipedia.org/wiki/Time-sharing>)
3. The History of Virtual Machines
(<http://denninginstitute.com/itcore/virtualmachine/history.htm>)
4. Rutva Safi July 15th 2020 "Four types of cloud computing service models you must know about"(<https://www.softwebsolutions.com/resources/cloud-computing-service-models.html>)
5. MELL, Peter; GRANCE, Tim. The NIST definition of cloud computing, 800-145,pp 2-3, September 2011
6. Armando Fox, Rean Griffith , A Joseph, R Katz, A Konwinski, G Lee, D Patterson,A Rabkin, and I Stoica. Above the Clouds: A berkeley view of Cloud computing.Dept . Electrical Eng. and Comput . Sciences, University of California, Berkeley, Rep. UCB/EECS, 28:13, 2009.
7. Erin Sullivan, March 2015 "pay-as-you-go cloud computing "
(<https://searchstorage.techtarget.com/definition/pay-as-you-go-cloud-computing-PAYG-cloud-computing>)
8. Ravindranath, K., N. Tejaswini, and K. Anusha. "A Novel Review on Mobile Cloud Computing" (2013)
9. Hoang.T. Dinh, C. Lee, D. Niyato, P. Wang "A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches, Wireless Communications and Mobile Computing", vol 13:1587,pp 6-22, 2011
10. M. Satyanarayanan, P. Bahl, R. Caceres, and N. Davies, "The case for vm-based cloudlets in mobile computing," Pervasive Computing, IEEE, vol. 8, pp. 14-23, 2009.
11. Klein, Andreas, et al. "Access schemes for mobile cloud computing." Mobile Data Management (MDM), 2010 Eleventh International Conference on. IEEE, 387–392, pp.13-16, 2010.
12. Cisco Systems, Inc: "What Is a Data Center"(<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/data-center-virtualization/what-is-a-data-center.html>)
13. Rong, H.; Zhang, H.; Xiao, S.; Li, C.; Hu, C, "Optimizing energy consumption for data centres", Renew. Sustain. Energy Rev. 2016, 58, 674–691,2016

14. Data Science Series, "Digital universe will grow to 40ZB in 2020, with a 62% share for emerging markets." December 13, 2012.
15. Arizton: "Data Center Market - Global Outlook and Forecast 2018-2023";(<https://www.arizton.com/market-reports/global-data-center-market/snapshots>)
16. ICT Price: "Top 10 biggest data centres from around the world", (<http://ictprice.com/top-10-biggest-data-centres-from-around-the-world/>)
17. Tim Day and Nam D. Pham, "Data Centers: Jobs and Opportunities in Communities Nationwide", 2017 U.S. Chamber of Commerce Technology Engagement Center.
18. Stansberry, Matt. 2014. "Explaining the Uptime Institute's Tier Classification System." Uptime Institute (<https://journal.uptimeinstitute.com/explaining-uptime-institutes-tier-classification-system/>)
19. "Data center rack standards" (<https://teamsilverback.com/knowledge-base/data-center-rack-standards/>)
20. Pearl Hu and Wei Zhou , "How to Choose an IT Rack", White Paper 201, Schneider Electric
21. Zaman, Sardar Khaliq & Khan, Atta Ur Rehman & Shuja, Junaid & Maqsood, Tahir & Mustafa, Saad & Rehman, Faisal. (2019). "A Systems Overview of Commercial Data Centers: Initial Energy and Cost Analysis".
22. Feltus, F. et all (Research Article). (September 2015). The Widening Gulf between Genomics Data Generation and Consumption: A Practical Guide to Big Data Transfer Technology
23. Christoph Ludwig Schuba, "ON THE MODELING, DESIGN, AND IMPLEMENTATION OF FIREWALL TECHNOLOGY", pp 22-25, Purdue University.
24. Ali Marashi on February 12, 2020 'Improving Data Center Power Consumption & Energy Efficiency' (<https://www.vxchnge.com/blog/growing-energy-demands-of-data-centers>)
25. Trevor House (<https://allcode.com/cloud-providers/>)
26. Δημήτρης Μαλλάς – 11,2020, (<https://www.cnn.gr/tech/story/244047/h-ellada-mpainei-dynamika-stin-pagkosmia-agora-toy-cloud-kai-ton-data-centers>) CNN Greece

27. Google Cloud overview (<https://cloud.google.com/docs/overview>)
28. Mahesh Chand Jul 15, 2021 (<https://www.c-sharpcorner.com/article/top-10-cloud-service-providers/>)
29. James Maguire April 22, 2021 (<https://www.datamation.com/cloud/cloud-service-providers/>)
30. Larry Dignan | April 2, 2021 (<https://www.zdnet.com/article/the-top-cloud-providers-of-2021-aws-microsoft-azure-google-cloud-hybrid-saas/>)
31. Katy Stalcup | May 17, 2021 | Cloud Services, Google Cloud, How to Save on AWS, Microsoft Azure Management
32. NEUROPUBLIC (<https://www.neuropublic.gr/ypodomi/cloud-data-center/>)
33. Sparkle (<https://www.tisparkle.com/our-platform/cloud-data-center-platform/sparkle-greece-data-center>)
34. Lancom (<https://www.lancom.gr/>)
35. SingularLogic (<https://portal.singularlogic.eu/>)
36. Lamda Hellix (<https://lamdahellix.com/gr/>)
37. 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης Ελλήνων Νομικών "Αντιμέτωποι με τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις" (2011)