



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**«NETWORK AND SERVICE VIRTUALIZATION
ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

Ψαραδάκη Ισίδωρου

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Κορμέτζας Γεώργιος

Σάμος, Σεπτέμβριος, 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά να ευχαριστήσω τον Δρ. Κορμέτζα Γεώργιο, καθηγητή τμήματος Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Αιγαίου για την αμέριστη συμπαράσταση του και κατανόηση του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου διατριβής.

Θερμές ευχαριστίες στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής για τη συμβολή και το χρόνο που αφιέρωσαν στην παρούσα εργασία.

Οι εμπειρίες που αποκόμισα κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου θα με συντροφεύουν στα επόμενα βήματά μου.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου για τη συνεχή και αδιάκοπη υποστήριξή τους σε όλη την διάρκεια αυτών των σπουδών.

© 2021

του

Ψαραδάκη Ισίδωρου

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Περίληψη

Με την πρόοδο της τεχνολογίας, η αγορά εικονικοποίησης υπηρεσιών έχει αυξηθεί σημαντικά. Ο στόχος ενός διαχειριστή πληροφορικής είναι να παρέχει υψηλής ποιότητας και υψηλής απόδοσης εφαρμογές, εγκαίρως και στο πλαίσιο του προϋπολογισμού. Η εικονικοποίηση υπηρεσιών μετακινεί αυτόν τον στόχο πιο κοντά στην πραγματικότητα, μειώνοντας τις δοκιμαστικές δυσχέρειες. Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα παρουσιαστούν οι διαφορετικοί τύποι εικονικοποίησης καθώς επίσης τα οφέλη και οι νέες τάσεις της εικονικοποίησης υπηρεσίας. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να δείξει ότι η εικονικοποίηση είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για τις λειτουργίες της πληροφορικής. Κύριος παράγοντας που είναι υπεύθυνος για την οδήγηση της αγοράς εικονικοποίησης υπηρεσιών εξακολουθεί να παραμένει η ανάγκη να αποφύγουμε ένα ακριβό εργαστηρίο δοκιμών και η εξοικονόμηση χρόνου για την ανίχνευση σφαλμάτων. Ως βασικότερο συμπέρασμα της παρούσας μελέτης σημειώνεται το γεγονός ότι ακόμα περισσότεροι οργανισμοί κι επιχειρήσεις στο μέλλον αναμένεται να χρησιμοποιούν την εικονικοποίηση στο πλαίσιο λειτουργίας κι ανάπτυξής τους. Από την άλλη πλευρά, οι κανονισμοί και οι πολιτικές ασφάλειας δεδομένων είναι ένας από τους περιορισμούς που αναμένεται να εμποδίσουν την ανάπτυξη της αγοράς στο εγγύς μέλλον.

Λέξεις κλειδιά : εικονικοποίηση, επίπεδο λογισμικού συστήματος (hypervisor), εικονική μηχανή (VMM), Microsoft Azure , Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

Abstract

With the advancement of technology, the service virtualization market has significantly been grown. The goal of an IT manager is to be able to offer high quality and high-performance applications, installation and on budget. Service virtualization has moved this goal closer to reality, by reducing trial and error. In this dissertation will be presented the different types of virtualizations as well as the benefits and new trends of service virtualization. The purpose of this paper is to show that virtualization is one of the most important factors for IT functions. The main factor which is responsible for the guidance of the service virtualization market remains the need to avoid an expensive testing lab and save time for error detection. The main conclusion of this study is the fact that even more organizations and companies, soon, are expected to use virtualization in the context of their operation and their development. On the other hand, data security regulations and policies are one of the constraints that are expected to hinder market growth in the near future.

Keywords: virtualization, hypervisor, Virtual Machine Monitor (VMM) , Microsoft Azure , Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

Πίνακας περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ	8
1.1. Εισαγωγικές παρατηρήσεις.....	8
1.2. Ιστορική αναδρομή	10
1.3. Λόγοι ανάπτυξης της τεχνολογίας Virtualization και πλεονεκτήματα εικονικοποίησης συστήματος	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ	17
2.1. Εικονικοποίηση Υλικού (Hardware Virtualisation).....	18
2.1.1. Hypervisor ή Virtual Machine Monitor (VMM)	23
2.2. Εικονικοποίηση Αποθήκευσης (Storage Virtualization).....	27
2.2.1. Τύποι εικονικοποίησης αποθήκευσης	28
2.3. Εικονικοποίηση Δικτύου (Network Virtualization)	30
2.4. Εικονικοποίηση Διακομιστή (Server Virtualization).....	33
2.5. Εικονικοποίηση Εφαρμογών (Application Virtualization).....	38
2.6. Εικονικοποίηση Επιφάνειας Εργασίας (Desktop Virtualization).....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ (SERVICE VIRTUALIZATION)	44
3.1 Έννοια και περιεχόμενο εικονικοποίησης υπηρεσίας	44
3.2. Οφέλη από την χρήση εικονικοποίησης υπηρεσίας.....	48
3.3. Νέες τάσεις στην παγκόσμια αγορά εικονικοποίησης υπηρεσιών	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	52
4.1. Microsoft Azure	52
4.2. Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)	56
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	59
Βιβλιογραφικές αναφορές	62

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εικονικοποίηση (virtualization) αντιπροσωπεύει μια κατηγορία τεχνολογιών που καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στην επιστήμη της πληροφορικής. Ως όρος, η εικονικοποίηση στα υπολογιστικά συστήματα, αποτελεί έναν ευρύ όρο-ομπρέλα, που αναφέρεται στον διαμοιρασμό των πόρων ενός υφιστάμενου φυσικού συστήματος σε πολλαπλές virtual machines (Bele & Desai, 2012). Η εικονικοποίηση, είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να επιτρέψει σε ένα υπολογιστικό σύστημα να εκτελεί ταυτόχρονα πολλαπλές υποδομές. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε υποδομές δικτύου, διαδικασίες αποθήκευσης και διακομιστών και να συνδυάζει πόρους σε μία μονάδα η οποία ελέγχεται από μια κεντρική διεπαφή. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μείωση του κόστους πληροφορικής που διαφορετικά θα δαπανούσε μια επιχείρηση για πρόσθετη τεχνολογία υλικού για τη λειτουργία αυτόνομων συστημάτων (Anderson et al., 2015).

Ειδικότερα, η εικονικοποίηση επιτυγχάνεται με την εισαγωγή ενός επιπέδου λογισμικού συστήματος, που αποκαλείται συχνά hypervisor ή μιας εικονικής μηχανής (VMM) μεταξύ του λειτουργικού συστήματος των επισκεπτών και του υποκείμενου υλικού (Crosby & Brown, 2007; VMware, 2007). Στις περισσότερες κοινές μορφές εικονικοποίησης, δημιουργείται ένα τέτοιο επίπεδο μέσω της προσομοίωσης λογισμικού της υποκείμενης αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας hardware (Crosby & Brown, 2007). Ένας σωστά σχεδιασμένος hypervisor παρέχει στα προγράμματα εφαρμογής ένα περιβάλλον εκτέλεσης πανομοιότυπο με το υλικό του κεντρικού υπολογιστή του, υποβαθμίζει ελάχιστα την απόδοση και έχει πλήρη έλεγχο των πόρων του συστήματος (Popek & Goldberg, 1974).

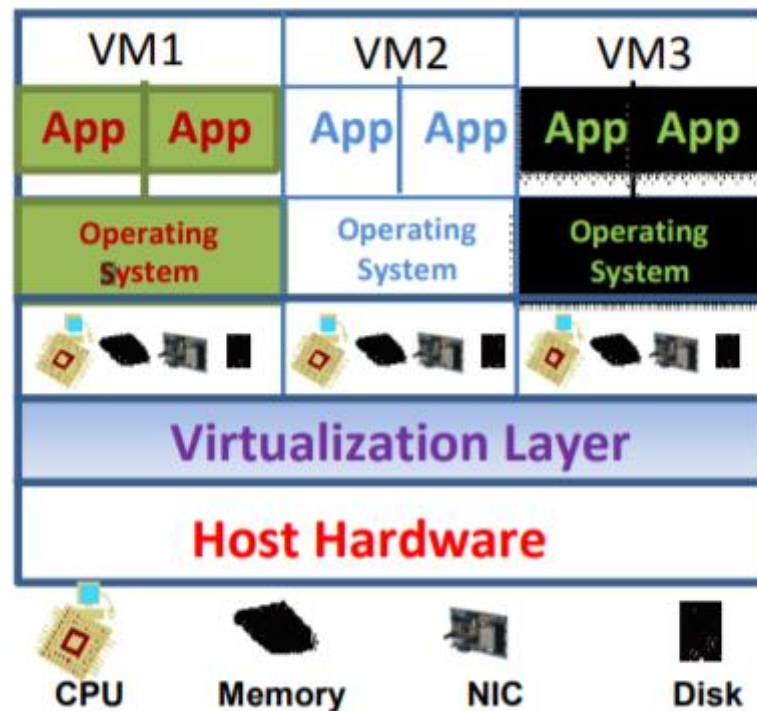
Οι τρέχοντες hypervisors, επιτρέπουν την εκτέλεση πολλαπλών παρουσιών λειτουργικών συστημάτων ταυτόχρονα μέσα σε εικονικές μηχανές (VMs) σε μία φυσική μηχανή, την δυναμική κατανομή και κοινή χρήση των διαθέσιμων φυσικών

πόρων όπως συσκευές CPU, αποθήκευσης, μνήμης και συσκευές Input/Output (Εικόνα 1). Μια εικονική μηχανή (VM) είναι ένα αυτόνομο λειτουργικό περιβάλλον που αποτελείται από λειτουργικά συστήματα επισκεπτών και από σχετικές εφαρμογές, αλλά ανεξάρτητα από τη λειτουργία του συστήματος κεντρικού υπολογιστή. Είναι δηλαδή μια ανεξάρτητη πλατφόρμα υλοποίησης CPU που τρέχει μεταγλωττισμένο κώδικα. Οι εικονικές μηχανές είναι ειδικά δημιουργημένες για συγκεκριμένα λειτουργικά συστήματα στα οποία θα τρέξουν (Hernick, 2008). Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα αναλυθεί το πεδίο της εικονικοποίησης και ειδικότερα μεταξύ άλλων της εικονικοποίησης δικτύου και υπηρεσιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ

1.1.Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Κάνοντας λόγο γενικότερα για εικονικοποίηση, ουσιαστικά, πρόκειται για έναν μηχανισμό αφαίρεσης, που στοχεύει στην απόκρυψη λεπτομερειών της υλοποίησης και της κατάστασης ορισμένων υπολογιστικών πόρων από αποδέκτες των πόρων αυτών. Για παράδειγμα, απόκρυψη πόρων από εφαρμογές, άλλα συστήματα, χρήστες κλπ. Η αφαίρεση ή απόκρυψη των σχετικών όρων, ενδέχεται κατά περίπτωση έναν πόρο να συμπεριφέρεται και λειτουργεί ως πλειάδα πόρων (π.χ. μία συσκευή αποθήκευσης σε διακομιστή τοπικού δικτύου), είτε πολλαπλούς πόρους να συμπεριφέρονται ως ένας (π.χ. συσκευές αποθήκευσης σε κατανεμημένα συστήματα) (Bologa & Bologa, 2012).



Εικόνα 1 Αρχιτεκτονική εικονικοποίησης (virtualization)

Πηγή: VMware, 2007

Ως όρος η εικονικοποίηση δικτύου συναντάται από τις απαρχές των υπολογιστικών συστημάτων και σήμερα βρίσκει εφαρμογές σε ένα εύρος περιπτώσεων όπως στους υπολογιστές, στα δίκτυα, στα μέσα αποθήκευσης προσωρινού χαρακτήρα (RAM), μόνιμου χαρακτήρα (σκληροί δίσκοι), σε εφαρμογές και υπηρεσίες (Bizarro & Garcia, 2013).

Σήμερα, η εικονικοποίηση αποτελεί μια από τις πιο προηγμένες καινοτομίες στον τομέα της Πληροφορικής, με αποδεδειγμένα οφέλη που ωθούν τους οργανισμούς να την εφαρμόσουν σε ποικίλα πεδία μέσα από μοντέλα γρήγορου σχεδιασμού και υλοποίηση της εικονικοποίησης. Όπως με κάθε νέα τεχνολογία, οι διαχειριστές πρέπει να είναι προσεκτικοί για να αναλύσουν τον τρόπο με τον οποίο θα ταιριάζει καλύτερα αυτή η ταχέως εξελισσόμενη τεχνολογία στον οργανισμό τους.

Πολλές από τις αναδυόμενες τεχνολογίες εικονικοποίησης αντιπροσωπεύουν μια πρόκληση εφαρμογής για τους διαχειριστές έργων σήμερα. Πολλοί οργανισμοί υιοθετούν τεχνολογίες εικονικοποίησης, στοχεύοντας μεταξύ άλλων σε οφέλη εξοικονόμησης κόστους. Οι Bizarro και Garcia (2013:12) τονίζουν πως: «Καθώς η τεχνολογία γίνεται πιο τυποποιημένη, η εικονικοποίηση έχει γίνει όλο και περισσότερο επικρατούσα. Οι εταιρείες πραγματοποιούν με τον τρόπο αυτό, εξοικονόμηση κόστους καθώς και πρόσθετες δυνατότητες».

1.2. Ιστορική αναδρομή

Παρόλο που η εικονικοποίηση φαίνεται να είναι μια νέα τεχνολογία αιχμής στο χώρο της πληροφορικής, ωστόσο ανατρέχει πίσω στο παρελθόν ήδη στην δεκαετία του 1960 όταν η IBM αλλά και το MIT άρχισαν να εργάζονται πάνω σε τεχνολογίες εικονικοποίησης. Η αρχική αναφορά στην τεχνολογία εικονικοποίησης προέρχεται από μια ομιλία της Melinda Varianin στο MIT τη δεκαετία του 1960 που εισήγαγε το συμβατό Σύστημα κατανομής χρόνου (Compatible Time-Sharing System CTSS). Το συμβατό σύστημα κατανομής χρόνου ήταν ένα από τα πρώτα λειτουργικά συστήματα κοινής χρήσης χρόνου το οποίο αναπτύχθηκε στο MIT Computation Center. Το CTSS παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στο IBM 709 του MIT τον Νοέμβριο του 1961 (Ameen & Hamo, 2013).

Παράλληλα η IBM ήταν η πρώτη εταιρεία που χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τεχνολογία εικονικοποίησης. Η εικονικοποίηση, υλοποιήθηκε από την IBM ως μία μέθοδος για τον διαμερισμό των mainframe υπολογιστών σε ξεχωριστούς virtual υπολογιστές (virtual machines). Αυτά τα διαμερίσματα (partitions) επέτρεπαν στους μεγάλους κεντρικούς υπολογιστές mainframes το να εκτελούν πολλαπλές εφαρμογές και διεργασίες παράλληλα (“multitasking”). Καθώς τα mainframes αποτελούσαν ιδιαίτερος ακριβούς πόρους για την εποχή εκείνη, προέκυψε η αναγκαιότητα να

σχεδιασθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνουν τον διαμερισμό τους, ώστε να αντισταθμίζουν το οικονομικό κόστος προμήθειάς τους (Ameen & Hamo, 2013).

Ειδικότερα, το λειτουργικό σύστημα IBM 360/67, ήταν ένα από τα 14 μοντέλα και 40 υποσυστήματα που ανέπτυξε η IBM μεταξύ 1964 και 1978, προσφέροντας επεκτασιμότητα με διατήρηση υπάρχοντος λογισμικού. Ειδικότερα το IBM 360/67 (S / 360-67) ήταν ένα σημαντικό μοντέλο mainframe της IBM στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες σειρές S / 360, περιελάμβανε λειτουργίες για τη διευκόλυνση των εφαρμογών κοινής χρήσης χρόνου, ιδίως μια μονάδα δυναμικής μετάφρασης διευθύνσεων, το "πλαίσιο DAT", για την υποστήριξη εικονικής μνήμης, διευθύνσεων 32-bit και του ελεγκτή καναλιών 2846 ώστε να επιτρέπεται η κοινή χρήση καναλιών μεταξύ επεξεργαστών (White et al., 2002).

Το IBM 360/67 διέθετε ειδικότερα, λειτουργίες εικονικής μνήμης που προστέθηκαν στη CPU. Το σύστημα υποστήριζε σελιδοποίηση και τμηματοποίηση, και διέθετε κι άλλες λειτουργίες που κατέστησαν δυνατή την αποτελεσματική προσομοίωση πολλών εικονικοποιήσεων. Ειδικότερα το σύστημα χρησιμοποίησε την εικονικοποίηση ως προσέγγιση στην κοινή χρήση χρόνου. Κάθε χρήστης θα έτρεχε το δικό του μηχανήμα 360. Ο χώρος αποθήκευσης χωρίστηκε σε εικονικούς δίσκους που ονομάζονται P-Disks για κάθε χρήστη. Η εικονικοποίηση mainframe παρέμεινε δημοφιλής μέχρι τη δεκαετία του 1970.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 και του 1990, αυτό το είδος εικονικοποίησης εξαφανίστηκε. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980, μερικά προϊόντα που κατασκευάστηκαν για υπολογιστές Intel. Οι Simultask και Merger / 386, οι οποίοι αναπτύχθηκαν και οι δύο από την Locus Computing Corporation, χρησιμοποίησαν το MS-DOS ως λειτουργικά συστήματα. Το 1988, η Insignia Solutions κυκλοφόρησε το Soft PC που έτρεχε το DOS σε πλατφόρμες Sun και Macintosh. (White et al., 2002).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 θα εγκαινιαστεί το νέο κύμα εικονικοποίησης. Το 1997, η Connectix θα κυκλοφορούσε το Virtual PC για Macintosh. Αργότερα, η Connectix θα κυκλοφορούσε μια έκδοση για τα Windows η

οποία στη συνέχεια εξαγοράστηκε από τη Microsoft το 2003. Το 1999, όταν η VMware Inc ανέπτυξε εμπορικό λογισμικό εικονικοποίησης στην πλατφόρμα X86, το οποίο βασιζόταν στο μοντέλο της κατακευματισμένης επεξεργασίας (distributed computing), η τεχνολογία της εικονικοποίησης εισήλθε σε μια περίοδο ταχείας ανάπτυξης (Adams & Agesen, 2006).

Την τελευταία δεκαετία, κάθε μεγάλος κατασκευαστής λογισμικού Virtualization στη βιομηχανία των πληροφοριακών συστημάτων έχει ενσωματώσει την εικονικοποίηση στην τεχνολογική του πλατφόρμα. Έτσι εκτός από την VMware και τη Microsoft, η Sun, η Veritas και η HP είναι μερικές μόνο από τις πολυεθνικές εταιρείες που έχουν αποκτήσει τεχνολογία εικονικοποίησης δημιουργώντας υψηλής απόδοσης virtual machines.

1.3. Λόγοι ανάπτυξης της τεχνολογίας Virtualization και πλεονεκτήματα εικονικοποίησης συστήματος

Οι λόγοι οι οποίοι σταδιακά αποτέλεσαν τους οδηγούς για την μετατόπιση της τεχνολογίας της εικονικοποίησης από τους κεντρικούς υπολογιστές (mainframes) στα σημερινά υπολογιστικά περιβάλλοντα ποικίλλουν. Ωστόσο οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι μεταξύ άλλων η έλλειψη δυνατότητας εκμετάλλευσης του αχρησιμοποίητου (unutilized) υλικού, η μεγάλη αύξηση του φυσικού χώρου που απαιτεί η εξάπλωση των κέντρων δεδομένων, η ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση ενέργειας σε σχέση με την αντίστοιχη αύξηση σε κόστος απόκτησης της και η αύξηση του κόστους διαχείρισης των πληροφοριακών συστημάτων (Bhatia et al., 2008).

Έτσι η εικονικοποίηση έχει αυξηθεί σε δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια λόγω της ικανότητάς της να παρέχει μια βιώσιμη λύση στις εταιρείες να αυξήσουν την παραγωγικότητά τους μειώνοντας παράλληλα το κόστος υποδομών πληροφοριακών συστημάτων. Με τη μετάβαση σε εικονικοποίηση, οι εταιρείες μπόρεσαν να ελέγξουν το φόρτο εργασίας στα κέντρα δεδομένων μειώνοντας

παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας και το κόστος υποδομών πληροφορικής (White et al., 2002).

Δυνατότητα ταυτόχρονης εκτέλεσης πολλών λειτουργικών συστημάτων σε έναν υπολογιστή

Η εικονικοποίηση ενός συστήματος παρέχει την δυνατότητα ταυτόχρονης εκτέλεσης πολλών λειτουργικών συστημάτων σε έναν υπολογιστή. Ειδικότερα επιτρέπει στον χρήστη να εκτελέσει σε επιμέρους virtual machines, εφαρμογές οι οποίες έχουν διαφορετικές απαιτήσεις αναφορικά με το λειτουργικό σύστημα. Παράλληλα η εικονικοποίηση ενός συστήματος παρέχει την δυνατότητα εκτέλεσης μιας εφαρμογής η οποία εκτελείται ήδη σε έναν server, σε έναν άλλο, διαφορετικό server (migration) χωρίς την μεσολάβηση downtime ¹. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται υψηλό επίπεδο διαθεσιμότητας της εφαρμογής. Είναι αντιληπτό ότι η δυνατότητα αυτή της εικονικοποίησης είναι χρήσιμη σε περιπτώσεις συντήρησης ενός server ή/και κατάρρευσής του λόγω κάποιου προβλήματος (Soltesz et al., 2007).

Εξοικονόμηση κόστους

Οι εικονικές μηχανές παρέχουν ένα εργαλείο εξοικονόμησης κόστους. Η εξοικονόμηση του κόστους των υποδομών πληροφορικής είναι ένας από τους κυριότερους λόγους εφαρμογής τεχνολογιών εικονικοποίησης. Οι επιχειρήσεις μπορούν να κερδίσουν σημαντική εξοικονόμηση κόστους εφαρμόζοντας εικονικούς διακομιστές διατηρώντας παράλληλα το ίδιο επίπεδο υπολογιστικής ισχύος. Η

¹ Ο όρος Downtime χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ένας υπολογιστής (συνήθως διακομιστής - server) δεν είναι διαθέσιμος ή δεν λειτουργεί λόγω κάποιου προβλήματος στο υλικό, στο λογισμικό ή στην σύνδεση του με το δίκτυο/διαδίκτυο. Η αποτυχία εκτέλεσης της λειτουργίας του μπορεί να οφείλεται σε δύο τύπους συμβάντων (α) λόγω ενός απρόβλεπτου γεγονότος, όπως μιας βλάβης στην καλωδίωση του δικτύου και (β) λόγω ενός σχεδιασμένου γεγονότος, όπως μιας αναβάθμισης του λειτουργικού συστήματος.

εξοικονόμηση κόστους επεκτείνεται επίσης στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας καθώς με την εικονικοποίηση ο διαχειριστής συστήματος μπορεί να προβεί σε συνδυασμό πολλών φυσικών συστημάτων σε virtual machines που τρέχουν σε ένα σύστημα, μειώνοντας με τον τρόπο αυτή την κατανάλωση σε ενέργεια κι επίσης μειώνεται ο απαιτούμενος χώρος για την εγκατάσταση ενός περιβάλλοντος πληροφορικής. Παράλληλα η εικονικοποίηση συμβάλλει στις μειωμένες δαπάνες υλικού και εργατικού κόστους, δηλαδή στην εξασφάλιση παραγόντων που είναι κρίσιμοι για την εξοικονόμηση υψηλού λειτουργικού κόστους για τις επιχειρήσεις. Τέλος με την εικονικοποίηση, γίνεται καταμερισμός φόρτου εργασίας στους servers, ενώ παράλληλα διασφαλίζεται η βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων (Brett et al., 2004).

Εύκολη επεκτασιμότητα μέσω κλιμακούμενης αρχιτεκτονικής

Τα εικονικοποιημένα περιβάλλοντα έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι κλιμακούμενα γεγονός που επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία όσον αφορά την ανάπτυξη της εταιρείας. Καθώς μια μικρή επιχείρηση εξελίσσεται σε μια μεσαία επιχείρηση και πιθανώς μεταβάλλεται σε μια μεγάλη επιχείρηση, η χρήση εικονικών διακομιστών επιτρέπει εύκολη επεκτασιμότητα καθώς η εταιρεία προσθέτει υπαλλήλους, εφαρμογές και δίκτυα. Αντί λοιπόν οι επιχειρήσεις να αγοράζουν πρόσθετα στοιχεία υποδομής, νέες εφαρμογές και αναβαθμίσεις όλες αυτές οι τεχνολογικές δυνατότητες, μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν με τεχνολογίες εικονικοποίησης. Το προσωπικό λειτουργιών πληροφορικής είναι επίσης σε θέση να δημιουργεί και να θέτει σε εφαρμογή, μέσω της εικονικοποίησης διακομιστές με μικρότερο αντίκτυπο στην επιχείρηση σε ένα εικονικό περιβάλλον που προσφέρει περισσότερη ευελιξία (Bavier et al., 2004).

Γρήγορος χρόνος ανάκτησης και βελτίωση διαδικασίας αποκατάστασης αστοχιών

Σε περίπτωση αστοχίας του συστήματος ή καταστροφής, η εικονικοποίηση επιτρέπει την ταχύτερη ανάκτηση πόρων πληροφορικής γεγονός που είναι ιδιαίτερος κρίσιμο και εξοικονομεί έσοδα για τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς. Οι παλαιότερες υποδομές είναι ανίκανες να ανακάμψουν μέσα σε λίγες ώρες και στις περισσότερες περιπτώσεις, οι εταιρείες αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερο χρόνο διακοπής λειτουργίας που οδηγεί σε απώλεια εσόδων. Επιπλέον, η χρήση λιγότερων φυσικών διακομιστών στο περιβάλλον παραγωγής σημαίνει ότι η προμήθεια νέου υλικού είναι επίσης ευκολότερη και πιο φθηνή. Τα προαναφερθέντα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τη δοκιμή σεναρίων αποκατάστασης καταστροφών, μέσω της δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας (Peterson et al., 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι εικονικοποίηση, δεν αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη τεχνολογία αλλά σε μια κατηγορία Τεχνολογιών. Η παρακάτω λίστα δείχνει τις κύριες ταξινομήσεις της τεχνολογίας εικονικοποίησης (Ameen & Hamo, 2013:

Εικονικοποίηση Υλικού (Hardware Virtualisation)

Εικονικοποίηση Επιφάνειας Χρήσης Υπολογιστών (Desktop Virtualisation)

Εικονικοποίηση Λογισμικού (Software Virtualisation)

Εικονικοποίηση Μνήμης (Memory Virtualisation)

Εικονικοποίηση Αποθηκευτικών Μέσων (Storage Virtualisation)

Εικονικοποίηση Δεδομένων (Data Virtualisation)

Εικονικοποίηση Δικτύων (Network Virtualisation)

Οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί IT, χρησιμοποιούν σήμερα ένα μεγάλο εύρος τεχνολογικών εικονικοποίησης, σε ποικίλους τομείς για να καλύψουν τις υφιστάμενες ανάγκες τους. Μερικοί από τους βασικότερους τύπους εικονικοποίησης που θα αναλυθούν στη συνέχεια είναι μεταξύ άλλων η Εικονικοποίηση Υλικού (Hardware Virtualisation) η Εικονικοποίηση Αποθήκευσης (Storage Virtualization) η Εικονικοποίηση Δικτύου (Network Virtualization), η Εικονικοποίηση Διακομιστών (Server Virtualization), η Εικονικοποίηση Εφαρμογών (Application Virtualization), η Εικονικοποίηση Επιφάνειας Εργασίας (Desktop Virtualization) κλπ. (Victor & Kumarm, 2006).

2.1. Εικονικοποίηση Υλικού (Hardware Virtualisation)

Όπως προαναφέρθηκε, εικονικοποίηση σημαίνει δημιουργία εικονικής πλατφόρμας κάτι, το οποίο περιλαμβάνει υλικό εικονικού υπολογιστή, εικονικές συσκευές αποθήκευσης και εικονικό δίκτυο υπολογιστών (Ribiere, 2008). Η εικονικοποίηση υλικού είναι μια μέθοδος με την οποία δημιουργούνται μία ή περισσότερες "εικονικές μηχανές" για κοινή χρήση των πόρων υλικού ενός φυσικού υπολογιστή. Η έννοια δηλαδή της εικονικοποίησης υλικού αναφέρεται στην αποσύνδεση του φυσικού υλικού από το λειτουργικό σύστημα με τη δημιουργία μιας αφαιρετικής δομής ενδιάμεσα, η οποία δύναται να προσφέρει φορητότητα και διαλειτουργικότητα στις εφαρμογές και στα δεδομένα κατά τη χρησιμοποίησή τους μεταξύ διαφορετικών συστημάτων (Hernick & Garey, 2008).

Αυτό σημαίνει ότι μέσω μιας διαδικασίας εικονικοποίησης υλικού μπορούν να εκτελεστούν αποτελεσματικά πολλά διαφορετικά λειτουργικά συστήματα στον ίδιο υπολογιστή. Η εικονικοποίηση υλικού έχει χρησιμοποιηθεί από τις επιχειρήσεις εδώ και αρκετά χρόνια για να αυξήσει την αποδοτικότητα ενώ το χρησιμοποιούν επίσης με αυξανόμενους αριθμούς μεμονωμένοι χρήστες υπολογιστικών συστημάτων υπολογιστών ως τρόπο βελτίωσης της λειτουργικότητας των υπολογιστών τους (Crosman, 2008).

Ο φυσικός υπολογιστής στον οποίο εκτελούνται άλλες εικονικές μηχανές χρησιμοποιώντας εικονικοποίηση υλικού είναι γνωστός ως κεντρικός υπολογιστής. Στην πραγματικότητα, οι εικονικές μηχανές είναι προσομοιωμένα περιβάλλοντα υπολογιστών στα οποία μπορεί να εκτελεστεί λογισμικό επισκέπτη. Το λογισμικό επισκέπτη που μπορεί να εκτελεστεί σε εικονικοποίηση υλικού μπορεί να κυμαίνεται από μεμονωμένες εφαρμογές έως πλήρη λειτουργικά συστήματα.

Ενώ το λογισμικό επισκέπτη θα εκτελείται σαν να χρησιμοποιεί το δικό του υλικό, το γεγονός ότι το υλικό θα μοιραστεί στην πραγματικότητα σημαίνει ότι η απόδοση θα μειωθεί ελαφρώς. Το λογισμικό επισκέπτη συνήθως δεν θα έχει πλήρη

δικαιώματα πρόσβασης σε κάθε υλικό του κεντρικού υπολογιστή (Collier et al., 2007).

Η εικονικοποίηση με υποβοήθηση υλικού απαιτεί έναν τρόπο ελέγχου όλων των πόρων που μοιράζονται οι εικονικές μηχανές σε έναν μόνο υπολογιστή. Αυτή η λειτουργία εκτελείται από αυτό που είναι γνωστό ως υπεύθυνος εποπτείας ή διαχειριστής εικονικής μηχανής. Δηλαδή στην εικονικοποίηση υλικού, χρησιμοποιείται λογισμικό που ονομάζεται hypervisor. Το έργο του επόπτη είναι ότι διαχειρίζεται τον φυσικό πόρο του υλικού που μοιράζεται μεταξύ του πελάτη και του παρόχου (Bellocin, 2016).

Η εικονικοποίηση υλικού μπορεί να γίνει με την εξαγωγή του φυσικού υλικού με τη βοήθεια του Ελεγκτή Εικονικών Μηχανών (Virtual Machine Monitor, VMM). Υπάρχουν πολλές επεκτάσεις στις διαδικασίες, οι οποίες βοηθούν στην επιτάχυνση των δραστηριοτήτων εικονικοποίησης και στην ενίσχυση της απόδοσης των εποπτικών αρχών. Εάν αυτή η εικονικοποίηση γίνεται για πλατφόρμα διακομιστή, είναι γνωστή ως κοινωνικοποίηση διακομιστή (Barham et al., 2003).

Στην εικονικοποίηση υλικού, ο Ελεγκτής είναι λογισμικό που συνήθως εκτελείται στο υλικό του κεντρικού υπολογιστή. Η αρμοδιότητά του είναι ότι ελέγχει την πρόσβαση στον επεξεργαστή, τη μνήμη και τυχόν άλλους πόρους που ενδέχεται να απαιτούν οι εικονικές μηχανές. Επομένως, είναι ο υπεύθυνος εποπτείας που επιτρέπει στο σύστημα εικονικοποίησης υλικού να λειτουργεί, επιτρέποντας σε κάθε μεμονωμένη εικονική μηχανή να συμπεριφέρεται σαν να κατέχει μόνο της τους πόρους του υλικού (Adams & Agesen, 2006).

Η Intel (Intel VT - IVT) και η AMD (AMD-V) έχουν κυκλοφορήσει και οι δύο τεχνολογία εικονικοποίησης υλικού για να διευκολύνουν τη λειτουργία εικονικοποίησης υλικού σε υπολογιστές. Αυτή η τεχνολογία έχει σχεδιαστεί για να ενισχύσει τη δύναμη του επόπτη. Αν και αυτά τα δύο κομμάτια της τεχνολογίας εικονικοποίησης υλικού είναι ξεχωριστά και ανεξάρτητα, εκτελούν γενικά την ίδια λειτουργία. Καθώς όλο και περισσότεροι σύγχρονοι υπολογιστές πωλούνται με ενσωματωμένη τεχνολογία εικονικοποίησης υλικού, συνεχώς θα αναπτύσσονται

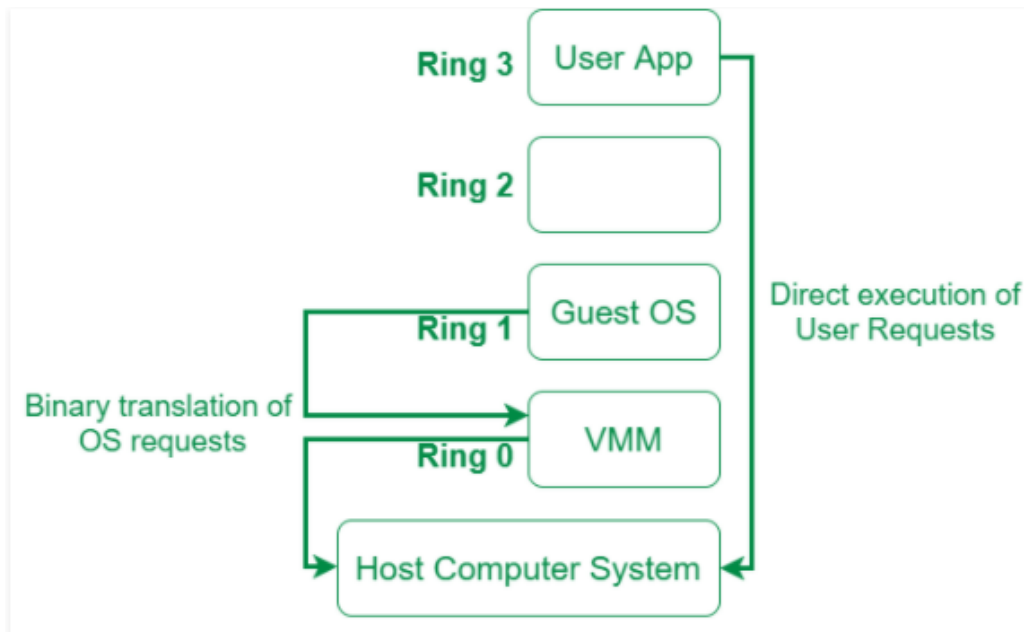
ισχυρότεροι επεξεργαστές που θα επιτρέπουν καλύτερες δημιουργίες προσομοιωμένων περιβαλλόντων (Lippis, 2007).

Ανάλογα με το βαθμό εικονικοποίησης του υλικού, αυτή ταξινομείται στις κατωτέρω κατηγορίες: (Bellovin, 2016).

Πλήρης Εικονικοποίηση (Full Virtualisation)

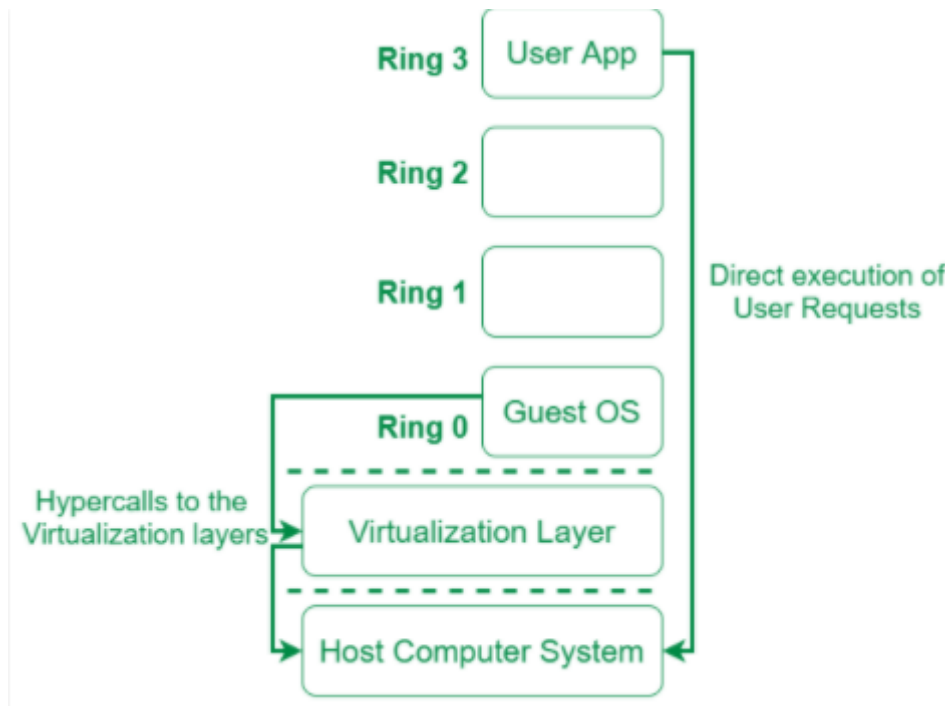
Μερική Εικονικοποίηση (Partial Virtualisation)

Η πλήρης εικονικοποίηση, αφορά την πλήρη εικονικοποίηση του πραγματικού υλικού ώστε να επιτραπεί στο λογισμικό (για παράδειγμα κάποιο guest OS) να «τρέξει» χωρίς παραμετροποίηση. Η πλήρης εικονικοποίηση εισήχθη από την IBM το έτος 1966. Είναι η πρώτη λύση λογισμικού της εικονικοποίησης διακομιστή και χρησιμοποιεί δυαδική μετάφραση και τεχνική άμεσης προσέγγισης. Στο μοντέλο της πλήρους εικονικοποίησης, το guest OS είναι πλήρως απομονωμένο από την εικονική μηχανή από το επίπεδο εικονικοποίησης και το υλικό. Τα συστήματα Microsoft και Parallels είναι παραδείγματα πλήρους εικονικοποίησης (Adams & Agesen, 2006).



Εικόνα 2 Αρχιτεκτονική Full Virtualisation

Partial Virtualisation. Αφορά την εικονικοποίηση μέρους του υλικού και σε καμιά περίπτωση το σύνολό του. Συνεπώς, κάποια φιλοξενούμενα προγράμματα (guest programs) χρειάζονται τροποποίηση ώστε να εκτελεσθούν στο εικονικό περιβάλλον. Στο μοντέλο αυτό της εικονικοποίησης, το λειτουργικό σύστημα επισκεπτών δεν είναι εντελώς απομονωμένο, αλλά είναι μερικώς απομονωμένο από την εικονική μηχανή από το επίπεδο εικονικοποίησης και το υλικό. Το VMware και το Xen είναι μερικά παραδείγματα Partial Virtualisation (Barham et al., 2003).



Εικόνα 3 Αρχιτεκτονική Partial Virtualisation

Ακολούθως θα αναλυθούν οι βασικές δομές της αρχιτεκτονικής της εικονικοποίησης υλικού. Όπως προαναφέρθηκε, η εικονικοποίηση αποτελεί την τεχνολογία η οποία έχει ως στόχο την βέλτιστη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων. Σε αυτό το στόχο κύριο ρόλο διαδραματίζει ο Ελεγκτής Εικονικών Μηχανών (Virtual Machine Monitor, VMM) ή Υπερελεγκτής (Hypervisor), ο οποίος έχει υπό τον πλήρη έλεγχό του τις Εικονικές Μηχανές (VMs) οι οποίες αποτελούν την εφαρμογή της εικονικοποίησης του υλικού, δεδομένου ότι προσομοιώνουν τη λειτουργία του πραγματικού υλικού επιτρέποντας τη λειτουργία guest OSs. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι Host OS, είναι το λειτουργικό σύστημα του φυσικού υπολογιστή στον οποίο έχει εγκατασταθεί η Εικονική Μηχανή (Virtual Machine VM), ενώ Guest OS, είναι το λειτουργικό σύστημα το οποίο τρέχει μέσα στην εικονική μηχανή. (Bellovin, 2016).

2.1.1. Hypervisor ή Virtual Machine Monitor (VMM)

Ο Ελεγκτής Εικονικών Μηχανών (Virtual Machine Monitor, VMM) ή Υπερελεγκτής (Hypervisor) είναι λογισμικό που δημιουργεί και εκτελεί εικονικές μηχανές (VM). Ειδικότερα, διαχωρίζει με ασφάλεια τους πόρους ενός υπολογιστικού συστήματος και τους κατανέμει σε μία ή περισσότερες εικονικές μηχανές. Ένας Ελεγκτής Εικονικών Μηχανών επιτρέπει σε έναν κεντρικό υπολογιστή να υποστηρίζει πολλαπλές εικονικές μηχανές επισκεπτών μοιράζοντας ουσιαστικά τους πόρους του, όπως μνήμη και επεξεργασία (Lai & Thibodeau, 2008).

Στις εικονικές δηλαδή μηχανές τρέχουν ενδεχομένως φιλοξενούμενα λειτουργικά συστήματα τα οποία δεν επικοινωνούν απευθείας με το υλικό. Η λειτουργία του Υπερελεγκτή είναι ότι διευκολύνει την ταυτόχρονη λειτουργία των φιλοξενούμενων λειτουργικών συστημάτων OSs, σε μια πλατφόρμα υλικού, στα οποία παρέχει την δυνατότητα απομόνωσης μεταξύ τους, ώστε με τον τρόπο αυτό να ενισχύονται τα επίπεδα ασφάλειας. Ειδικότερα ο Υπερελεγκτής, ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο τα φιλοξενούμενα λειτουργικά συστήματα διαμοιράζονται τους διαθέσιμους, πραγματικούς πόρους του συστήματος (Lippis, 2007).

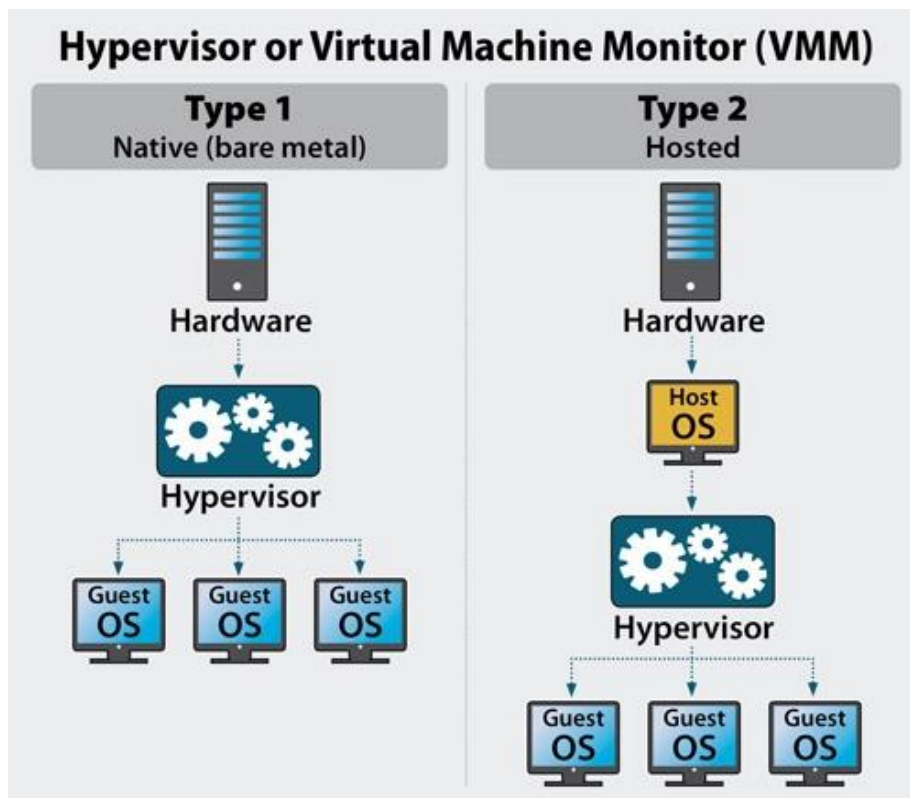
Οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε μια Εικονική Μηχανή VM δεν επηρεάζουν τις υπόλοιπες Εικονικές Μηχανές που βρίσκονται υπό την εποπτεία κοινού Υπερελεγκτή. Επιπλέον, βασικές αρμοδιότητες του Υπερελεγκτή είναι οι ακόλουθες: (Lai & Thibodeau, 2008) :

- Επιτρέπει πολλαπλές υπηρεσίες να μοιράζονται την ίδια πλατφόρμα.
- Ελέγχει την μετακίνηση ενός εξυπηρετητή από μια πλατφόρμα σε μια άλλη χωρίς απώλεια κατάστασης ή δεδομένων.

- Αναλαμβάνει την παραμετροποίηση του συνολικού συστήματος ώστε να εξασφαλισθεί η συμβατότητα των φιλοξενούμενων συστημάτων με το πραγματικό υλικό.

Σε γενικές γραμμές ο Υπερελεγκτής στοχεύει στην απρόσκοπτη λειτουργία των φιλοξενούμενων λειτουργικών συστημάτων είτε σε αυτά εκτελούνται εφαρμογές είτε φιλοξενούνται εξυπηρετητές. Αν για παράδειγμα στην περίπτωση που κάποιο πρόγραμμα από μια Εικονική Μηχανή, μεταφέρεται σε μια άλλη, ο Υπερελεγκτής, προβαίνει στην αποθήκευση των δεδομένων όπως υφίστανται την δεδομένη αυτή στιγμή και τα μεταφέρει με ασφάλεια στο νέο περιβάλλον. Ταυτόχρονα προκειμένου του νέο σύστημα να λειτουργήσει ομαλά ο Υπερελεγκτής ενημερώνει και τις κατάλληλες παραμέτρους του ώστε όπως προαναφέρθηκε να εξασφαλισθεί η συμβατότητα των φιλοξενούμενων συστημάτων με το πραγματικό υλικό. (Barham et al., 2003).

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι Υπερελεγκτών, που αναφέρονται ως «Τύπος 1» (ή “bare metal”) και «Τύπος 2» (ή «hosted»). Ένας Υπερελεγκτής τύπου 1 λειτουργεί σαν ένα ελαφρύ λειτουργικό σύστημα και εκτελείται απευθείας στο υλικό του κεντρικού υπολογιστή, ενώ ένας Υπερελεγκτής τύπου 2 λειτουργεί ως ένα επίπεδο λογισμικού σε ένα λειτουργικό σύστημα, όπως άλλα προγράμματα υπολογιστών (Cisco, 2008).



Εικόνα 4 Η αρχιτεκτονική του Hypervisor

Ειδικότερα ο Υπερελεγκτής τύπου 1 εκτελείται απευθείας στο φυσικό υλικό του κεντρικού υπολογιστή και δεν χρειάζεται να φορτώσει ένα υποκείμενο λειτουργικό σύστημα. Με άμεση πρόσβαση στο υποκείμενο υλικό και σε κανένα άλλο λογισμικό – όπως πχ σε λειτουργικά συστήματα και προγράμματα οδήγησης συσκευών - για να αντιμετωπίσει την εικονικοποίηση, οι Υπερελεγκτές τύπου 1 θεωρούνται ως οι πιο αποτελεσματικοί και έχουν τις καλύτερες επιδόσεις για εταιρικούς υπολογιστές (Howell, 2007).

Γι' αυτό το λόγο ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος τύπος Υπερελεγκτή είναι ο hypervisor τύπου 1 ή bare-metal, όπου το λογισμικό εικονικοποίησης είναι εγκατεστημένο απευθείας στο υλικό όπου είναι συνήθως εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα. Επειδή οι Υπερελεγκτές τύπου I, είναι απομονωμένοι από το λειτουργικό σύστημα που είναι επιρρεπές σε επιθέσεις, είναι εξαιρετικά ασφαλείς.

Επιπλέον, γενικά αποδίδουν καλύτερα και είναι πιο αποτελεσματικά από τους Υπερελεγκτές τύπου II.

Ενώ οι Υπερελεγκτές τύπου I εκτελούνται απευθείας στο υλικό υπολογιστών, οι Υπερελεγκτές τύπου II λειτουργούν πάνω από το λειτουργικό σύστημα (OS) του κεντρικού υπολογιστή. Αν και οι Υπερελεγκτές τύπου II λειτουργούν εντός του λειτουργικού συστήματος, πάνω από τον Υπερελεγκτή, μπορούν να εγκατασταθούν επιπλέον (και διαφορετικά) λειτουργικά συστήματα. Το μειονέκτημα των Υπερελεγκτών τύπου II είναι ότι ο λανθάνων χρόνος είναι υψηλότερος από τους Υπερελεγκτές τύπου I. Αυτό συμβαίνει επειδή η επικοινωνία μεταξύ του υλικού και του Υπερελεγκτή πρέπει να περάσει από το επιπλέον επίπεδο του λειτουργικού συστήματος. (Cisco, 2008).

Η τεχνολογία επιτάχυνσης υλικού μπορεί να δημιουργήσει και να διαχειριστεί τους εικονικούς πόρους γρηγορότερα, ενισχύοντας την ταχύτητα επεξεργασίας τόσο για τους bare-metal όσο και για τους hosted hypervisors. Ένας τύπος επιταχυντή υλικού γνωστός ως εικονικός Dedicated Graphics Accelerator (vDGA) φροντίζει για την αποστολή και ανανέωση γραφικών 3-D υψηλών προδιαγραφών. Αυτό απελευθερώνει το κύριο σύστημα από την εκτέλεση άλλων εργασιών αυξάνοντας έτσι σημαντικά την ταχύτητα εμφάνισης των εικόνων. Για επιχειρήσεις, όπου υπάρχει ανάγκη γρήγορης οπτικοποίησης πολύπλοκων δεδομένων, αυτή η τεχνολογία μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη (Lai & Thibodeau, 2008).

Και οι δύο τύποι hypervisors μπορούν να εκτελέσουν πολλούς εικονικούς διακομιστές για πολλούς φιλοξενούμενους σε ένα φυσικό μηχάνημα. Οι δημόσιοι πάροχοι υπηρεσιών cloud εκμισθώνουν χώρο διακομιστή στους διαφορετικούς εικονικούς διακομιστές σε διαφορετικές εταιρείες. Ένας διακομιστής μπορεί να φιλοξενήσει αρκετούς εικονικούς διακομιστές που όλοι εκτελούν φόρτο εργασίας για διαφορετικές εταιρείες. Αυτός ο τύπος κοινής χρήσης πόρων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα έναν «θορυβώδη γείτονα», όταν ένας από τους φιλοξενούμενους, εκτελεί μεγάλο φόρτο εργασίας γεγονός που παρεμβαίνει στην απόδοση του διακομιστή για άλλους φιλοξενούμενους (Howell, 2007).

2.2. Εικονικοποίηση Αποθήκευσης (Storage Virtualization)

Η εικονικοποίηση αποθήκευσης είναι η συγκέντρωση φυσικής αποθήκευσης από πολλές συσκευές αποθήκευσης σε μια συσκευή που φαίνεται να είναι μια μεμονωμένη συσκευή αποθήκευσης - ή ομάδα διαθέσιμης χωρητικότητας αποθήκευσης - η οποία διαχειρίζεται από μια κεντρική κονσόλα. Αυτού του είδους το virtualization επιτρέπει δηλαδή ο διαθέσιμος αποθηκευτικός χώρος πολλών συστημάτων να συγκεντρώνεται σε έναν λογικό αποθηκευτικό χώρο. Αυτός ο εικονικός χώρος αποθήκευσης προορίζεται για χρήση από χρήστες, servers και εφαρμογές (Li et al., 2005).

Η τεχνολογία της εικονικοποίησης αποθήκευσης βασίζεται σε λογισμικό για τον προσδιορισμό της διαθέσιμης χωρητικότητας αποθήκευσης από φυσικές συσκευές και, στη συνέχεια, στη συγκέντρωση αυτής της χωρητικότητας ως ομάδα αποθήκευσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από παραδοσιακούς διακομιστές αρχιτεκτονικής ή σε εικονικό περιβάλλον από εικονικές μηχανές (VM). (Zhang et al., 2007).

Το λογισμικό εικονικής αποθήκευσης παρεμποδίζει αιτήματα εισόδου / εξόδου (I / O) από φυσικά ή εικονικά μηχανήματα και στέλνει αυτά τα αιτήματα στην κατάλληλη φυσική θέση των συσκευών αποθήκευσης που αποτελούν μέρος της συνολικής δεξαμενής αποθήκευσης στο εικονικοποιημένο περιβάλλον. Για τον χρήστη, οι διάφοροι πόροι αποθήκευσης που απαρτίζουν την ομάδα είναι αόρατοι, οπότε ο εικονικός χώρος αποθήκευσης εμφανίζεται σαν μία φυσική μονάδα δίσκου, ως κοινόχρηστο ή λογικό αριθμό μονάδας (LUN) που μπορεί να δεχτεί τυπικές αναγνώσεις και εγγραφές (Guo-song & Xiao-ling, 2011).

Μια πολύ βασική μορφή εικονικοποίησης αποθήκευσης αντιπροσωπεύεται από ένα επίπεδο εικονικοποίησης λογισμικού μεταξύ του υλικού ενός πόρου αποθήκευσης και ενός κεντρικού υπολογιστή - ενός προσωπικού υπολογιστή, ενός

διακομιστή ή οποιασδήποτε συσκευής που έχει πρόσβαση στον αποθηκευτικό χώρο - που καθιστά δυνατή τη λειτουργία λειτουργικών συστημάτων (OS) και εφαρμογές για πρόσβαση και χρήση του χώρου αποθήκευσης. Ακόμη και ένας πίνακας RAID μπορεί μερικές φορές να θεωρηθεί τύπος εικονικοποίησης αποθήκευσης. Πολλές φυσικές μονάδες δίσκου στον πίνακα RAID παρουσιάζονται στο χρήστη ως μία συσκευή αποθήκευσης που, στο παρασκήνιο, εισάγει και αναπαράγει δεδομένα σε πολλούς δίσκους για τη βελτίωση της απόδοσης εισόδου / εξόδου και για την προστασία δεδομένων σε περίπτωση αποτυχίας μιας μονάδας δίσκου (Guo-song & Xiao-ling, 2011).

2.2.1. Τύποι εικονικοποίησης αποθήκευσης

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι εικονικοποίησης του χώρου αποθήκευσης: βάσει αρχείων ή βάσει αποκλεισμού. Η εικονικοποίηση αποθήκευσης βάσει αρχείων είναι μια συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης, που εφαρμόζεται σε συστήματα αποθήκευσης συνδεδεμένων στο δίκτυο (NAS -Network Attached Storage). Χρησιμοποιώντας το μπλοκ μηνυμάτων διακομιστή (SMB) που επιτρέπει αποστολή και λήψη δεδομένων σε τοπικό δίκτυο ή το κοινό σύστημα αρχείων Internet (CIFS) σε περιβάλλοντα διακομιστή Windows ή πρωτόκολλα συστήματος αρχείων δικτύου (NFS) για συστήματα Linux, η εικονικοποίηση αποθήκευσης βάσει αρχείων διακόπτει την εξάρτηση σε έναν κανονικό πίνακα NAS μεταξύ των δεδομένων πρόσβασης και της θέσης της φυσικής μνήμης. (Infinera, 2007).

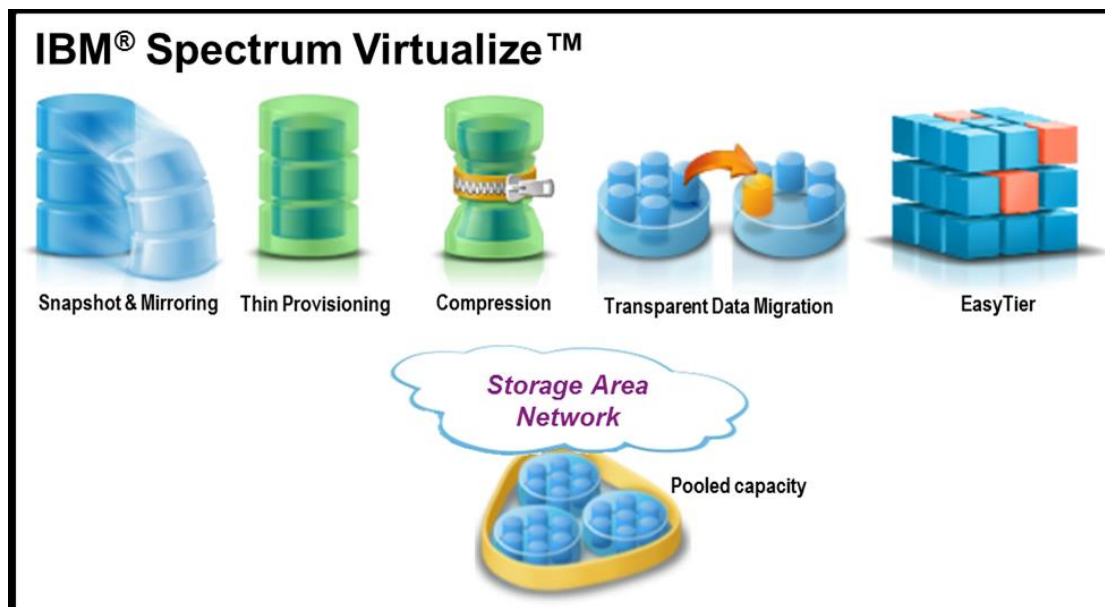
Η συγκέντρωση πόρων NAS διευκολύνει τον χειρισμό μετεγκαταστάσεων αρχείων στο παρασκήνιο, κάτι που συμβάλει στη βελτίωση της απόδοσης. Συνήθως, τα συστήματα NAS δεν είναι τόσο περίπλοκα στη διαχείριση, αλλά η εικονικοποίηση αποθήκευσης απλοποιεί σημαντικά το έργο της διαχείρισης πολλών συσκευών NAS μέσω μιας μόνο κονσόλας διαχείρισης. (Infinera, 2007).

Στο μοντέλο αποθήκευσης με βάση το μπλοκ οι πόροι αποθήκευσης που προσπελάζονται συνήθως μέσω δικτύου περιοχής αποθήκευσης (SAN) με διασύνδεση Fiber Channel (FC) ή Internet Small Computer System Interface (iSCSI)

- είναι πιο συχνά εικονικοποιημένοι από τα συστήματα αποθήκευσης που βασίζονται σε αρχεία. Τα συστήματα που βασίζονται σε μπλοκ αφαιρούν τη λογική αποθήκευση, όπως ένα διαμέρισμα μονάδας δίσκου, από τα πραγματικά μπλοκ φυσικής μνήμης σε μια συσκευή αποθήκευσης, όπως μια μονάδα σκληρού δίσκου (HDD). Επειδή λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με το εγγενές λογισμικό μονάδας δίσκου, υπάρχει λιγότερη επιβάρυνση για τις διαδικασίες ανάγνωσης και εγγραφής, επομένως τα συστήματα αποθήκευσης μπλοκ έχουν καλύτερη απόδοση από τα συστήματα που βασίζονται σε αρχεία. (Infinera, 2007).

Η λειτουργία που βασίζεται σε μπλοκ επιτρέπει στο λογισμικό διαχείρισης εικονικοποίησης να συλλέγει τη χωρητικότητα των διαθέσιμων μπλοκ αποθηκευτικού χώρου σε όλες τις εικονικοποιημένες συστοιχίες και να τα συγκεντρώνει σε έναν κοινόχρηστο πόρο για να αντιστοιχιστεί σε οποιονδήποτε αριθμό VM, διακομιστών bare-metal ή κοντέινερ. Η εικονικοποίηση αποθήκευσης είναι ιδιαίτερα ευεργετική για την αποθήκευση μπλοκ. Σε αντίθεση με τα συστήματα NAS, η διαχείριση των SAN μπορεί να είναι χρονοβόρα διαδικασία. Η ενοποίηση ενός αριθμού συστημάτων αποθήκευσης μπλοκ κάτω από μια ενιαία διεπαφή διαχείρισης που συχνά προστατεύει τους χρήστες από τα κουραστικά βήματα της διαμόρφωσης LUN, για παράδειγμα, μπορεί να είναι σημαντική εξοικονόμηση χρόνου.

Μια πρώιμη έκδοση της εικονικοποίησης βάσει μπλοκ ήταν το SAN Volume Controller (SVC) της IBM, που τώρα ονομάζεται IBM Spectrum Virtualize.



Το λογισμικό εκτελείται σε μια συστοιχία συσκευών ή αποθηκευτικών χώρων και δημιουργεί ένα μόνο χώρο αποθήκευσης εικονικοποιώντας LUN που είναι συνδεδεμένα σε διακομιστές οι οποίοι με τη σειρά τους που είναι συνδεδεμένοι σε ελεγκτές αποθήκευσης. Το Spectrum Virtualize επιτρέπει επίσης στους πελάτες να μπλοκάρουν τα δεδομένα σε δημόσια αποθήκευση cloud. Ένα άλλο προϊόν εικονικοποίησης πρώιμης αποθήκευσης ήταν το TagmaStore Universal Storage Platform της Hitachi Data Systems, τώρα γνωστό ως Hitachi Virtual Storage Platform (VSP). (Infinera, 2007).

2.3. Εικονικοποίηση Δικτύου (Network Virtualization)

Το δίκτυο εικονικοποίησης δικτύου (NV) είναι η διαδικασία εικονικοποίησης η οποία που συνδυάζει τους πόρους του υλικού και του λογισμικού ενός υπάρχοντος δικτύου σε ένα virtual network (VN). Η εν λόγω διαδικασία

υλοποιείται με λογισμικά και υπηρεσίες που επιτρέπουν την κοινή χρήση δικτυακών πόρων.

Το δίκτυο εικονικοποίησης δικτύου (NV) μπορεί να συνδυάσει πολλά φυσικά δίκτυα σε ένα εικονικό δίκτυο που βασίζεται σε λογισμικό ή μπορεί να χωρίσει ένα φυσικό δίκτυο σε ξεχωριστά, ανεξάρτητα εικονικά δίκτυα. Έτσι, το λογισμικό εικονικοποίησης δικτύου επιτρέπει στους διαχειριστές δικτύου να μετακινούν εικονικές μηχανές σε διαφορετικούς τομείς χωρίς να αναδιαμορφώνουν το δίκτυο. Το λογισμικό δημιουργεί μια επικάλυψη δικτύου που μπορεί να εκτελεί ξεχωριστά επίπεδα εικονικού δικτύου πάνω από το ίδιο φυσικό δίκτυο (Chowdhury & Boutaba, 2010).

Σε ένα δίκτυο εικονικοποίησης δικτύου (NV) το δίκτυο αντιμετωπίζει το υλικό αλλά και το λογισμικό στο δίκτυο ως ενιαία συλλογή πόρων. Περαιτέρω, το network virtualization χρησιμεύει για την διαμοίραση των δικτυακών πόρων από εξουσιοδοτημένους χρήστες αλλά και για τη μίμηση συνδέσεων μεταξύ υπολογιστών, κινητών ακόμα και εφαρμογών, για πρακτικούς λόγους αλλά και για ανάπτυξη εφαρμογών και ελέγχου αυτών με τη μίμηση πραγματικών υλικών, συστημάτων και δικτύων (Boutaba & Chowdhury, 2009).

Η εικονικοποίηση δικτύου αποσυνδέει υπηρεσίες δικτύου από το υποκείμενο υλικό και επιτρέπει την εικονική παροχή ολόκληρου του δικτύου. Καθιστά δυνατή τη δημιουργία, την παροχή και τη διαχείριση δικτύων μέσω προγραμματισμού, ενώ συνεχίζει να αξιοποιεί το υποκείμενο φυσικό δίκτυο ως backplane προώθησης πακέτων. Οι φυσικοί πόροι του δικτύου, όπως εναλλαγή, δρομολόγηση, τείχος προστασίας, εξισορρόπηση φορτίου, εικονικά ιδιωτικά δίκτυα (VPN) και πολλά άλλα, συγκεντρώνονται, παραδίδονται σε λογισμικό και απαιτούν μόνο προώθηση πακέτου Internet Protocol (IP) από το υποκείμενο φυσικό δίκτυο (Barham et al. 2003).

Οι υπηρεσίες δικτύου και ασφάλειας στο λογισμικό διανέμονται σε ένα εικονικό επίπεδο (υπεύθυνοι επίβλεψης, στο κέντρο δεδομένων) και «συνδέονται» σε μεμονωμένους φόρτους εργασίας, όπως οι εικονικές μηχανές (VM), σύμφωνα με τις

πολιτικές δικτύωσης και ασφάλειας που ορίζονται για κάθε συνδεδεμένη εφαρμογή. Όταν ένας φόρτος εργασίας μεταφέρεται σε άλλο κεντρικό υπολογιστή, οι υπηρεσίες δικτύου και οι πολιτικές ασφαλείας μετακινούνται μαζί του. Και όταν δημιουργούνται νέοι φόρτοι εργασίας για την κλιμάκωση μιας εφαρμογής, οι απαραίτητες πολιτικές εφαρμόζονται δυναμικά σε αυτούς τους νέους φόρτους εργασίας, παρέχοντας μεγαλύτερη συνέπεια πολιτικής και ευελιξία δικτύου.

Τα οφέλη της εικονικοποίησης δικτύου είναι ιδιαίτερος σημαντικά καθώς βοηθά τους οργανισμούς να επιτύχουν σημαντικές προόδους στην ταχύτητα, την ευελιξία και την ασφάλεια, αυτοματοποιώντας και απλοποιώντας πολλές από τις διαδικασίες που απαιτούνται για τη λειτουργία ενός δικτύου κέντρων δεδομένων και τη διαχείριση δικτύωσης και ασφάλειας στο cloud. Ακολουθούν μερικά από τα βασικά οφέλη της εικονικοποίησης δικτύου (Tripathi et al., 2009):

- Μειώνει το χρόνο παροχής δικτύου από εβδομάδες σε λεπτά
- Επιτυγχάνει μεγαλύτερη λειτουργική απόδοση αυτοματοποιώντας χειροκίνητες διαδικασίες
- Τοποθετεί και μετακινεί το φόρτο εργασίας ανεξάρτητα από τη φυσική τοπολογία
- Βελτιώνει την ασφάλεια του δικτύου στο κέντρο δεδομένων

Υπάρχουν δυο βασικές κατηγορίες του Network Virtualization: η κατηγορία External Network Virtualization ENV (είκονικοποίηση εξωτερικών δικτύων) και η κατηγορία Internal Network Virtualization INV (είκονικοποίηση εσωτερικών δικτύων). Το ENV ενώνει ή υποδιαιρεί ένα ή περισσότερα local area networks (LANs) σε VNs και έτσι η απόδοση και η αποτελεσματικότητα των μεγάλων δικτύων ή κέντρων δεδομένων αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό.

Ένα VLAN και ένα switch περιέχουν το σύνολο των απαραίτητων ρυθμίσεων και στοιχείων. Ειδικότερα ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να ρυθμίσει, αν τα συστήματα θα είναι συνδεδεμένα στο ίδιο LAN, ή σε ξεχωριστά VNs και αντίστροφα. Αυτό σημαίνει ότι έχει την δυνατότητα να συνδέσει συστήματα από διαφορετικά LANs στο ίδιο VN το οποίο θα συνδέει από κοινού τμήματα από ένα ευρύτερο δίκτυο. Αντίστοιχα, στο Internal Network Virtualization INV (εσωτερική εικονικοποίηση δικτύων) υπάρχει ένα μοναδικό σύστημα το οποίο διαμορφώνεται από περιέκτες (containers) λογισμικού, προκειμένου να δημιουργηθεί δημιουργήσουν ένα εσώκλειστο διαδίκτυο (Network in a box). Αυτό μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα ενός ενιαίου συστήματος με το να απομονώνει τις εφαρμογές σε ξεχωριστά containers (Kampert, 2010).

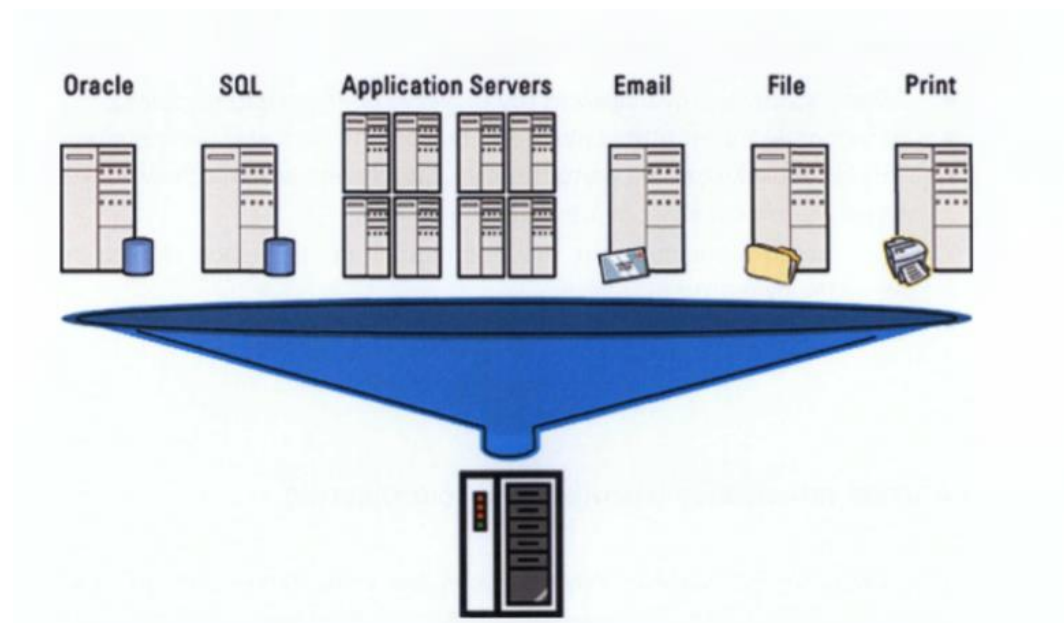
2.4. Εικονικοποίηση Διακομιστή (Server Virtualization)

Η πιο γνωστή και πιο διαδεδομένη σήμερα εφαρμογή της εικονικοποίησης είναι το server virtualization. Η εικονικοποίηση διακομιστή χρησιμοποιείται για την κάλυψη πόρων διακομιστή από χρήστες διακομιστών. Αυτή η λειτουργία ενδέχεται κατά περίπτωση να περιλαμβάνει τον αριθμό και την ταυτότητα των λειτουργικών συστημάτων, των επεξεργαστών και των μεμονωμένων φυσικών διακομιστών. Η εικονικοποίηση διακομιστή είναι η διαδικασία διαίρεσης ενός φυσικού διακομιστή σε πολλαπλούς μοναδικούς και απομονωμένους εικονικούς διακομιστές μέσω μιας εφαρμογής λογισμικού. Κάθε εικονικός διακομιστής μπορεί να τρέχει τα δικά του λειτουργικά συστήματα ανεξάρτητα (Yogesh et al., 2013).

Μερικά από τα βασικά οφέλη της εικονικοποίησης διακομιστή είναι μεταξύ άλλων, η υψηλότερη ικανότητα του διακομιστή, το φθηνότερο λειτουργικό κόστος, η εξάλειψη σε σημαντικό βαθμό της πολυπλοκότητας του διακομιστή, η αυξημένη απόδοση εφαρμογής και η γρηγορότερη διεκπεραίωση του φόρτου εργασίας (Rakesh & Shilpi, 2013).

Με την εικονικοποίηση διακομιστή είναι δυνατή δηλαδή η μετατροπή πολλών φυσικών διακομιστών σε εικονικούς που συνυπάρχουν μέσα σε έναν φυσικό. Ο φυσικός διακομιστής ονομάζεται host και οι εικονικοί μέσα σε αυτόν ονομάζονται guests. Η εικονικοποίηση διακομιστή είναι ένας οικονομικά αποδοτικός τρόπος για την παροχή υπηρεσιών φιλοξενίας ιστοσελίδων και την αποτελεσματική αξιοποίηση των υπάρχοντων πόρων σε μια υποδομή πληροφορικής. Χωρίς εικονικοποίηση διακομιστή, οι διακομιστές χρησιμοποιούν μόνο ένα μικρό μέρος της ισχύος επεξεργασίας τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι διακομιστές να παραμένουν αδρανείς, επειδή ο φόρτος εργασίας κατανέμεται μόνο σε ένα τμήμα των διακομιστών του δικτύου. Τα κέντρα δεδομένων γεμίζουν με υπερχρησιμοποιημένους διακομιστές, προκαλώντας σπατάλη πόρων και ενέργειας (Kamyab, 2014).

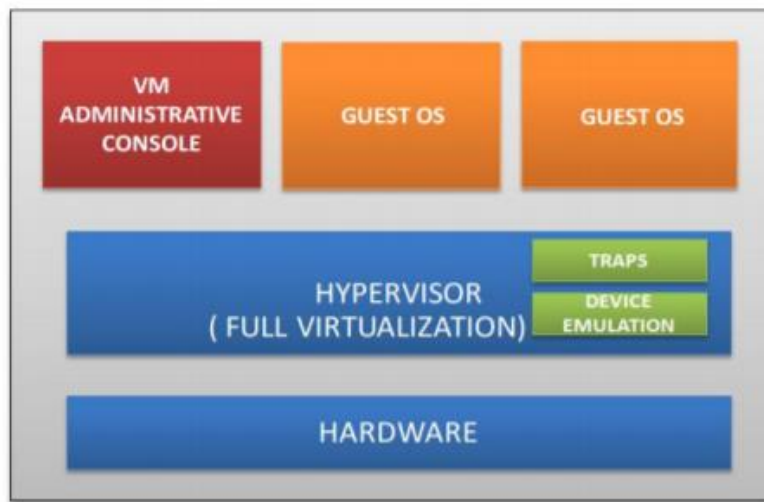
Διαχωρίζοντας κάθε φυσικό διακομιστή σε πολλούς εικονικούς διακομιστές, η εικονικοποίηση διακομιστή επιτρέπει σε κάθε εικονικό διακομιστή να λειτουργεί ως μια μοναδική φυσική συσκευή. Κάθε εικονικός διακομιστής μπορεί να εκτελεί τις δικές του εφαρμογές και λειτουργικό σύστημα. Αυτή η διαδικασία αυξάνει τη χρήση πόρων κάνοντας κάθε εικονικό διακομιστή να λειτουργεί ως φυσικός διακομιστής και αυξάνει την χωρητικότητα κάθε φυσικού μηχανήματος (Neeraj & Ashwinder, 2015). Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται τα χαρακτηριστικά ενός μοντέλου εικονικοποίησης διακομιστή (server virtualization.)



Εικόνα 5 Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός μοντέλου εικονικοποίησης διακομιστή (server virtualization.)

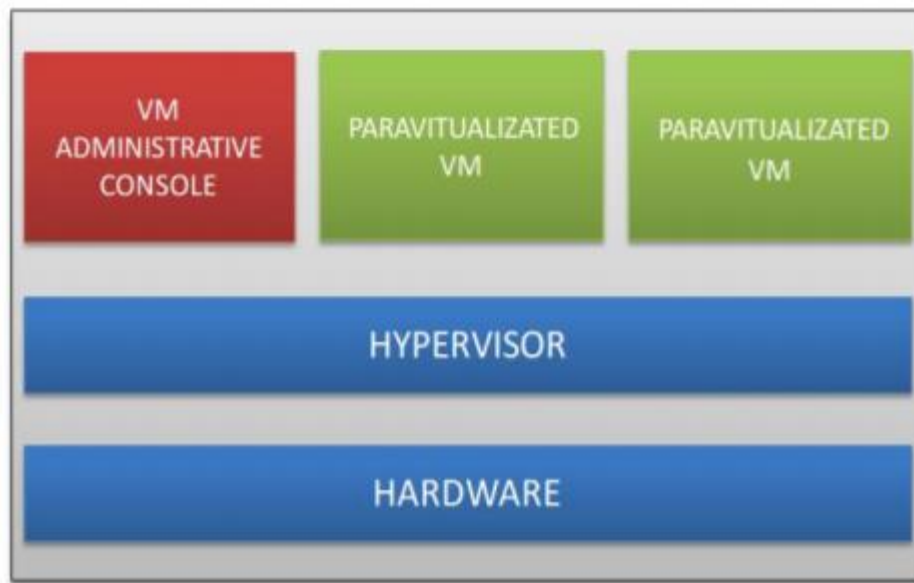
Σήμερα χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα εικονικοποίησης διακομιστή τα βασικότερα εκ των οποίων είναι τρία:

Πλήρης εικονικοποίηση (Full Virtualization ή Virtual Machine Model): Η πλήρης εικονικοποίηση χρησιμοποιεί έναν επόπτη (hypervisor), έναν τύπο λογισμικού που επικοινωνεί απευθείας με τον χώρο του δίσκου και την CPU ενός φυσικού διακομιστή. Ο επόπτης παρακολουθεί τους πόρους του φυσικού διακομιστή διατηρώντας κάθε εικονικό διακομιστή ανεξάρτητο από άλλους εικονικούς διακομιστές. Μεταφέρει επίσης πόρους από τον φυσικό διακομιστή στον σωστό εικονικό διακομιστή καθώς εκτελεί εφαρμογές. Ο μεγαλύτερος περιορισμός της χρήσης πλήρους εικονικοποίησης είναι ότι ένας hypervisor έχει τις δικές του ανάγκες επεξεργασίας. Αυτό μπορεί να επιβραδύνει τις εφαρμογές και να επηρεάσει την απόδοση του διακομιστή.



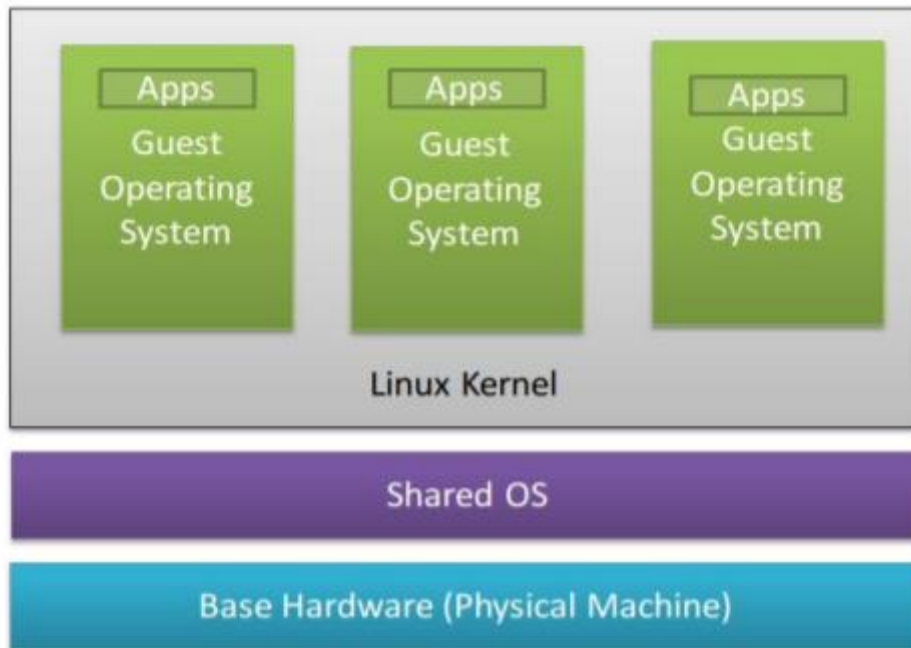
Εικόνα 6 Αρχιτεκτονική του μοντέλου Full Virtualization

Παρα-εικονικοποίηση (Para Virtualization ή Paravirtual Machine Model): Σε αντίθεση με την πλήρη εικονικοποίηση, στην παρα-εικονικοποίηση ολόκληρο το δίκτυο συνεργάζεται ως μια συνεκτική μονάδα. Δεδομένου ότι κάθε λειτουργικό σύστημα στους εικονικούς διακομιστές γνωρίζει και συνεργάζεται το ένα με το άλλο στην παρα-εικονικοποίηση, ο hypervisor δεν χρειάζεται να χρησιμοποιεί τόση δύναμη επεξεργασίας για τη διαχείριση των λειτουργικών συστημάτων.



Εικόνα 7 Αρχιτεκτονική του μοντέλου Para Virtualization

Εικονικοποίηση επιπέδου OS (Virtualization at the OS level): Σε αντίθεση με την πλήρη εικονικοποίηση και την παρα-εικονικοποίηση, η οπτικοποίηση σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος δεν χρησιμοποιεί hypervisor. Αντ' αυτού, η δυνατότητα εικονικοποίησης, η οποία αποτελεί μέρος του φυσικού λειτουργικού συστήματος του διακομιστή, εκτελεί όλες τις εργασίες ενός hypervisor. Ωστόσο, σε αυτήν τη μέθοδο εικονικοποίησης διακομιστή όλοι οι εικονικοί διακομιστές πρέπει να εκτελούν το ίδιο λειτουργικό σύστημα.



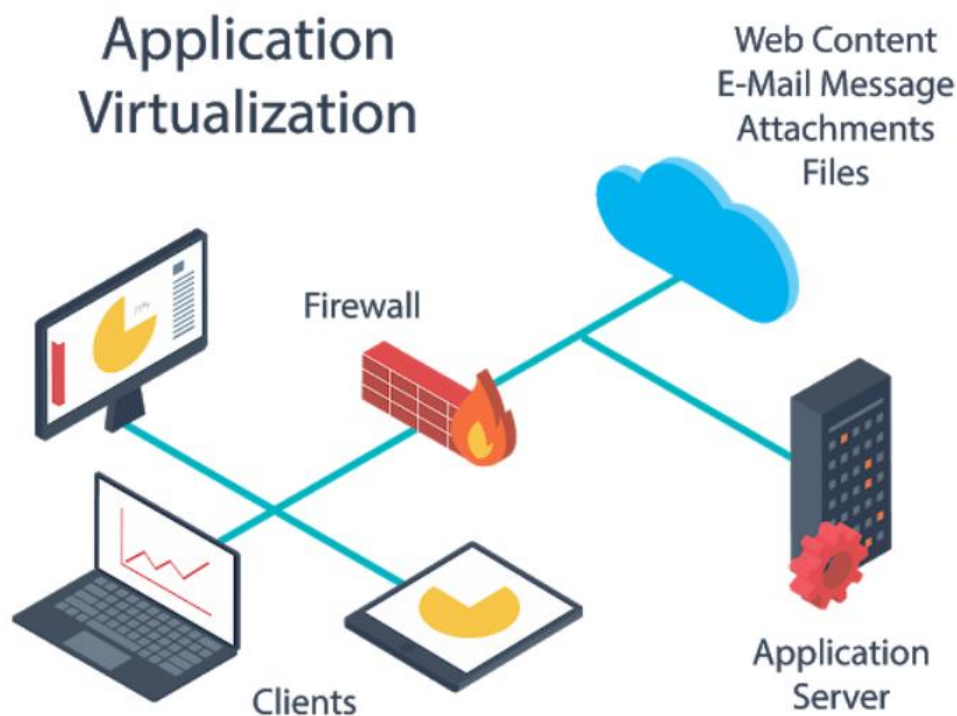
Εικόνα 8 Εικονικοποίηση σε επίπεδο OS (Virtualization at the OS level)

2.5. Εικονικοποίηση Εφαρμογών (Application Virtualization)

Η εικονικοποίηση εφαρμογών είναι μια διαδικασία που κάνει μια τυπική εφαρμογή να πιστεύει ότι διασυνδέεται απευθείας με τις δυνατότητες ενός λειτουργικού συστήματος όταν, στην πραγματικότητα αυτό, δεν συμβαίνει. Αυτή η διαδικασία, απαιτεί ένα επίπεδο εικονικοποίησης που έχει εισαχθεί μεταξύ της εφαρμογής και του λειτουργικού συστήματος. Αυτό το επίπεδο ή πλαίσιο πρέπει ουσιαστικά να εκτελεί υποσύνολα μιας εφαρμογής και χωρίς να επηρεάζει το υποκείμενο λειτουργικό σύστημα. Το επίπεδο εικονικοποίησης αντικαθιστά ένα τμήμα του περιβάλλοντος χρόνου εκτέλεσης που παρέχεται συνήθως από το

λειτουργικό σύστημα, εκτρέποντας ένα σύνολο αρχείων σε ένα μόνο εκτελέσιμο αρχείο (Gurjit et al., 2017).

Με την εκτροπή των διαδικασιών της εφαρμογής σε ένα αρχείο αντί για πολλά διεσπαρμένα σε όλο το λειτουργικό σύστημα, η εφαρμογή λειτουργεί εύκολα σε διαφορετική συσκευή ενώ και οι παλαιότερες ασύμβατες εφαρμογές μπορούν να εκτελούνται παράλληλα. Η εικονικοποίηση της επιφάνειας εργασίας, είναι μια επιφάνεια εργασίας ως υπηρεσία (DaaS) την οποία διαχειρίζεται ένας hypervisor (γνωστός και ως οθόνη εικονικής μηχανής ή VMM). Μια υποδομή VMM - λογισμικό, υλικολογισμικό ή / και υλικό - δημιουργεί και λειτουργεί εικονικές μηχανές (VM). Ένας κεντρικός υπολογιστής (διακομιστής) συνδέεται με πολλούς επισκέπτες (τελικά σημεία). Με τον τρόπο αυτό, η εικονικοποίηση επιφάνειας εργασίας επιτρέπει την κεντρική διαχείριση του πλήρους οικοσυστήματος του περιβάλλοντος επιφάνειας εργασίας (Reilly, 2018).



Εικόνα 9 Εικονικοποίηση εφαρμογών

Τα οφέλη της εικονικοποίησης εφαρμογών, είναι ιδιαίτερος σημαντικά, καθώς διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την ασφάλεια των δεδομένων. Δεδομένου ότι τα δεδομένα δεν υποβάλλονται σε επεξεργασία ή αποθηκεύονται σε συσκευές τελικού σημείου, δεν υπάρχει παραβίαση δεδομένων, σε περίπτωση που η συσκευή παραβιαστεί. Η συσκευή τελικού σημείου είναι μόνο ένα τερματικό οθόνης. Παράλληλα, η εικονικοποίηση εφαρμογών υποστηρίζει τη διαχείριση συμβάντων, επιλύοντας πολλά ανεπιθύμητα συμβάντα απλώς ανανεώνοντας μια εικονικοποιημένη εικόνα και επαναφέροντας το περιβάλλον της επιφάνειας εργασίας στην προηγούμενη κατάσταση (Ribiere, 2018).

Η μείωση του κόστους είναι επίσης μια σημαντική παράμετρος η οποία συνδέεται με την εικονικοποίηση εφαρμογών. Για να μειώσουν το κόστος και να

βελτιώσουν την παραγωγικότητα, οι οργανισμοί πρέπει να αναπτύξουν τον ψηφιακό τους χώρο εργασίας. Αυτό σημαίνει μετεγκατάσταση στοιχείων δικτύου από εσωτερικές εγκαταστάσεις στο cloud. Η εικονικοποίηση εφαρμογών διευκολύνει τις σχετικές εργασίες καθώς ο υφιστάμενος ψηφιακός χώρος εργασίας, συγκεντρώνει τις συσκευές, τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες που απαιτούν οι χρήστες. Αυτοί οι χώροι εργασίας πρέπει να διαχειρίζονται με ασφάλεια και ενοποίηση ώστε να επιτρέπεται η κοινή πρόσβαση σε ολόκληρη την επιχείρηση (Swanson, 2014)

Παρόλο που η εικονικοποίηση εφαρμογών μοιράζεται βασικά χαρακτηριστικά με την εικονικοποίηση διακομιστή, όπως μείωση του κόστους, ενίσχυση της ασφάλειας δεδομένων και κεντρικό έλεγχο - υλοποιούν ξεχωριστές λειτουργίες. Ειδικότερα, η εικονικοποίηση διακομιστή αναφέρεται στη χρήση ενός ή περισσότερων διακομιστών που συγκεντρώνονται σε πολλές ομάδες διακομιστών. Εάν για παράδειγμα ένα κέντρο δεδομένων διαθέτει 20 φυσικούς διακομιστές, μπορούν να εικονικοποιηθούν σε δύο ομάδες των 10, ή σε δύο ομάδες με την μια ομάδα να περιλαμβάνει τους 5 διακομιστές και η άλλη τους 15. Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ ενός εικονικού διακομιστή και μιας ομάδας 5, 10 ή 15 φυσικών διακομιστών που λειτουργούν ως μεμονωμένοι διακομιστές (Vaughan-Nichols, 2008).

Αντίθετα, ένας φυσικός διακομιστής μπορεί να χωριστεί σε ξεχωριστούς πολλαπλούς εικονικούς διακομιστές, βοηθώντας στη μεγιστοποίηση των οργανωτικών πόρων και διευκολύνοντας την ανάκτηση από μη αναμενόμενες διακοπές λειτουργίας του διακομιστή. Με τους εικονικούς διακομιστές, πραγματοποιούνται περαιτέρω ελαχιστοποιήσεις κόστους, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό τις ανάγκες οργανισμού για πολλούς διακομιστές, γεγονός που οδηγεί σε χαμηλότερο επίπεδο συντήρησης και χαμηλότερες δαπάνες περιβάλλοντος και ενέργειας. Η εικονικοποίηση εφαρμογών σημαίνει ότι οι εφαρμογές, εκτελούνται χωρίς εξαρτήσεις μέσω άλλου λειτουργικού συστήματος ή προγράμματος περιήγησης. Η εφαρμογή των δύο περιβαλλόντων διαφέρει επίσης. Η εικονικοποίηση της επιφάνειας εργασίας επηρεάζει την αρχιτεκτονική δικτύου, το πρωτόκολλο μετάδοσης και το κέντρο δεδομένων, ενώ η εικονικοποίηση διακομιστή επηρεάζει μόνο τις αλλαγές στο διακομιστή (Swanson, 2014)

2.6. Εικονικοποίηση Επιφάνειας Εργασίας (Desktop Virtualization)

Η εικονικοποίηση επιφάνειας εργασίας είναι η τεχνολογία που επιτρέπει στους χρήστες να προσομοιώνουν ένα φορτίο σταθμού εργασίας για να έχουν πρόσβαση σε μια επιφάνεια εργασίας από μια συνδεδεμένη συσκευή από απόσταση ή τοπικά. Αυτό διαχωρίζει το περιβάλλον της επιφάνειας εργασίας και τις εφαρμογές του από τη φυσική συσκευή του χρήστη που χρησιμοποιείται για την πρόσβαση σε αυτό. Η εικονικοποίηση επιφάνειας εργασίας μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους, αλλά οι πιο σημαντικοί δύο τύποι εικονικοποίησης επιφάνειας εργασίας βασίζονται στο εάν η παρουσία του λειτουργικού συστήματος είναι τοπική ή απομακρυσμένη.

Τοπική εικονικοποίηση επιφάνειας εργασίας

Τοπική εικονικοποίηση επιτραπέζιου υπολογιστή σημαίνει ότι το λειτουργικό σύστημα εκτελείται σε μια συσκευή του χρήστη με τη συνδρομή της εικονικοποίησης υλικού και όλες οι επεξεργασίες και οι φόρτοι εργασίας συμβαίνουν στο τοπικό υλικό. Αυτός ο τύπος εικονικοποίησης επιφάνειας εργασίας λειτουργεί ικανοποιητικά όταν οι χρήστες δεν χρειάζονται συνεχή σύνδεση δικτύου και μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις υπολογιστικών εφαρμογών με τοπικούς πόρους του συστήματος.

Εικονικοποίηση απομακρυσμένης επιφάνειας εργασίας

Η εικονικοποίηση απομακρυσμένης επιφάνειας εργασίας είναι μια συνηθισμένη χρήση εικονικοποίησης που λειτουργεί σε περιβάλλον υπολογιστή-πελάτη / διακομιστή. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να εκτελούν λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές από έναν διακομιστή μέσα σε ένα κέντρο δεδομένων, ενώ όλες οι αλληλεπιδράσεις χρηστών πραγματοποιούνται σε μια συσκευή του πελάτη. Αυτή η συσκευή πελάτη μπορεί να είναι φορητός υπολογιστής, ή smartphone. Το αποτέλεσμα είναι ότι τα τμήματα πληροφορικής έχουν πιο συγκεντρωτικό έλεγχο σε εφαρμογές και επιτραπέζιους υπολογιστές και μπορούν να μεγιστοποιήσουν τις επενδύσεις μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού που χρησιμοποιεί το εν λόγω μοντέλο σε υλικό πληροφορικής μέσω απομακρυσμένης πρόσβασης σε κοινόχρηστους πόρους υπολογιστών. (Lawton, 2012).

Ένας δημοφιλής τύπος εικονικοποίησης επιφάνειας εργασίας είναι η εικονική υποδομή επιφάνειας εργασίας (VDI). Η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας (VDI) είναι μια τεχνική virtualization που επιτρέπει πρόσβαση σε μια εικονική επιφάνεια εργασίας, η οποία φιλοξενείται σε μια απομακρυσμένη υπηρεσία μέσω Internet. Αναφέρεται στο λογισμικό, το υλικό και τους άλλους πόρους που απαιτούνται για την εικονικοποίηση ενός τυπικού επιτραπέζιου συστήματος. (Allen, 2013).

Η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας είναι ειδικότερα, μια παραλλαγή του μοντέλου διακομιστή-πελάτη εικονικοποίησης επιφάνειας εργασίας, το οποίο χρησιμοποιεί virtual machines που βασίζονται σε κεντρικούς υπολογιστές για την παροχή μόνιμων και μη μόνιμων εικονικών επιτραπέζιων υπολογιστών σε όλα τα είδη συνδεδεμένων συσκευών. Με μια διαρκή υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας, κάθε χρήστης έχει μια μοναδική εικόνα επιφάνειας εργασίας που μπορεί να προσαρμόσει με εφαρμογές και δεδομένα, γνωρίζοντας ότι θα αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση. (Lawton, 2012).

Μια μη σταθερή εικονική υποδομή επιφάνειας εργασίας επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε μια εικονική επιφάνεια εργασίας από μια ίδια ομάδα όταν τη χρειάζονται. Μόλις ο χρήστης αποσυνδεθεί από μια μη διαρκή υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας, επανέρχεται στην αμετάβλητη κατάσταση. Μερικά

από τα πλεονεκτήματα της εικονικής υποδομής επιφάνειας εργασίας είναι η βελτιωμένη ασφάλεια και η κεντρική διαχείριση επιτραπέζιων υπολογιστών σε έναν οργανισμό ή επιχείρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ (SERVICE VIRTUALIZATION)

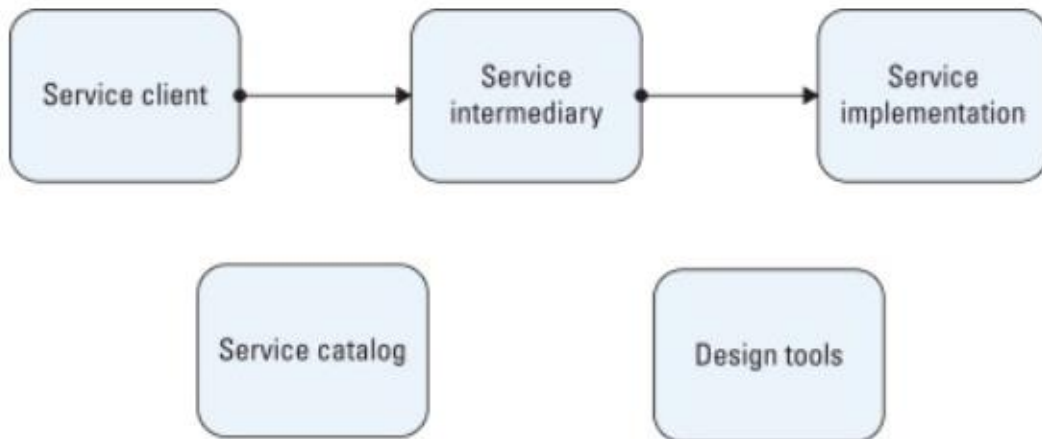
3.1 Έννοια και περιεχόμενο εικονικοποίησης υπηρεσίας

Η εικονικοποίηση υπηρεσίας είναι η διαδικασία προσομοίωσης της συμπεριφοράς επιλεγμένων στοιχείων σε μια εφαρμογή, ώστε να επιτρέπεται η δοκιμή της εφαρμογής στο σύνολό της. Οι ομάδες ανάπτυξης εφαρμογών μπορούν να χρησιμοποιούν εικονικές υπηρεσίες αντί της παραγωγής πραγματικών υπηρεσιών για τη διεξαγωγή δοκιμών ενοποίησης νωρίτερα στη διαδικασία ανάπτυξης. Η εικονικοποίηση υπηρεσίας περιλαμβάνει τη δημιουργία και ανάπτυξη ενός "εικονικού στοιχείου" που προσομοιώνει τη συμπεριφορά ενός πραγματικού στοιχείου που απαιτείται για την άσκηση της υπό δοκιμή εφαρμογής, αλλά είναι δύσκολο ή αδύνατο να προσπελαστεί για σκοπούς ανάπτυξης και δοκιμών (Allen, 2013).

Τα εικονικά στοιχεία μοιάζουν και λειτουργούν όπως τα πραγματικά, αλλά ενδέχεται να αναπαραχθούν και να είναι διαθέσιμα σε περιόδους που τα πραγματικά στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα στην ομάδα δοκιμών. Ο εικονικοποίηση των δοκιμαστικών στοιχείων επιτρέπει στον οργανισμό να δημιουργήσει ισχυρά δοκιμαστικά πλαίσια που μπορούν να παρέχουν ολοκληρωμένη κάλυψη δοκιμών, διατηρώντας παράλληλα το κόστος χαμηλό (Lawton, 2012).

Η εικονικοποίηση υπηρεσίας σχετίζεται με την αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στην υπηρεσία (SOA) το οποίο είναι ένα μοντέλο ανάπτυξης για επιχειρησιακό λογισμικό με καταναμημένες δομικές μονάδες εφαρμογών.. Το SOA είναι ουσιαστικά μια συλλογή υπηρεσιών που συνδέονται με κάποια μέσα και τα οποία στη συνέχεια, επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι η σύνδεση των υπηρεσιών μεταξύ τους είναι συνήθως ένας διαμεσολαβητής υπηρεσιών μεταξύ του

πελάτη της υπηρεσίας και της υλοποίησης της υπηρεσίας. Αυτός ο διαμεσολαβητής υπηρεσιών είναι η κεντρική προϋπόθεση όλων των αρχιτεκτονικών εικονικοποίησης υπηρεσιών, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 10 Αρχιτεκτονική Εικονικοποίησης Υπηρεσίας

Σε αυτόν τον τύπο εικονικοποίησης, κάθε επικοινωνία μέσω του διαμεσολαβητή υπηρεσιών, των πελατών και των υλοποιήσεων των υπηρεσιών δεν αλληλεπιδρούν ποτέ άμεσα. Στην εικονικοποίηση υπηρεσίας, όλα τα στοιχεία της υπηρεσίας που χρησιμοποιούνται για την παράδοση μιας λειτουργίας εφαρμογής μπορούν να συνεργαστούν ανεξάρτητα από το πού βρίσκονται αυτά τα κομμάτια. Επιτρέπει ευρεία ευελιξία καθώς επίσης διευκολύνει και τους προγραμματιστές να αναπτύξουν διεπαφές υπηρεσιών και λειτουργίες αλλά και πολιτικές τελικού σημείου. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική επιτρέπει σε όλους τους ενδιαφερόμενους που συμμετέχουν σε ένα έργο να συνεργαστούν μέσω του κεντρικού αποθετηρίου. Η εικονικοποίηση υπηρεσίας μπορεί επίσης να βοηθήσει τους οργανισμούς να είναι σε θέση να αξιοποιήσουν νέες ευκαιρίες υπολογιστικού νέφους χωρίς να απαιτούν αλλαγές στον υπάρχοντα κώδικα υπηρεσίας. Ένα παράδειγμα αυτού είναι η Microsoft Services SOA Infrastructure, η οποία παρέχει μια υπηρεσία εικονικοποίησης υπηρεσιών που ονομάζεται Managed Services Engine με την πρόθεση να τη

χρησιμοποιήσει για cloud computing στην Azure Services Platform (Hattangadi, 2010).

Αδιαμφισβήτητα σήμερα, η εικονικοποίηση υπηρεσίας αποτελεί την αιχμή στο πεδίο της εικονικοποίησης. Αυτή η πτυχή της εικονικοποίησης αυξάνει την ευελιξία σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής ανάπτυξης λογισμικού (SDLC), δηλαδή από την ανάλυση του προβλήματος, την σχεδίαση της λύσης, την υλοποίηση των προγραμμάτων, τον έλεγχο συμμόρφωσης στις προδιαγραφές και διόρθωση λαθών, καθώς και την λειτουργία και υποστήριξη, ο οποίος επιτρέπει τον έλεγχο διασυνδεδεμένων εφαρμογών νωρίτερα στη διαδικασία ανάπτυξης, επιτυγχάνοντας ταχύτερη ανάπτυξη εφαρμογών υψηλότερης ποιότητας και μειώνοντας τον κίνδυνο έργου. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη εάν υπάρχουν πολύπλοκες εφαρμογές με πολλαπλές εξαρτήσεις. Με την ικανότητά της να προσομοιώνει πολύπλοκα περιβάλλοντα δοκιμών, η εικονικοποίηση υπηρεσιών βελτιώνει δραστικά τον τρόπο διαχείρισης του λογισμικού καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του (Lawton, 2012).

Ο στόχος ενός διαχειριστή πληροφορικής είναι να παρέχει υψηλής ποιότητας και υψηλής απόδοσης εφαρμογές, εγκαίρως και στο πλαίσιο του προϋπολογισμού. Η εικονικοποίηση υπηρεσιών μετακινεί αυτόν τον στόχο πιο κοντά στην πραγματικότητα, μειώνοντας τις δοκιμαστικές δυσχέρειες. Αυτό το επιτυγχάνει εξομοιώνοντας μη διαθέσιμα στοιχεία της εφαρμογής ώστε να επιτρέπεται ο έλεγχος της εφαρμογής από άκρο σε άκρο στο σύνολό της. Χρησιμοποιώντας αυτές τις εικονικές υπηρεσίες αντί για υπηρεσίες παραγωγής, οι δοκιμές μπορούν να γίνουν νωρίτερα και συχνότερα σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής ανάπτυξης λογισμικού. Αυτά τα εικονικά στοιχεία μπορούν να κατασκευαστούν παρακολουθώντας την κίνηση του δικτύου της υπηρεσίας ή διαβάζοντας τις προδιαγραφές υπηρεσίας που περιγράφουν τις λειτουργίες που προσφέρει μια υπηρεσία, συμπεριλαμβανομένων των παραμέτρων και των δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο, η εικονικοποίηση υπηρεσιών μπορεί να αλλάξει δραματικά τα οικονομικά και τη ροή ολόκληρου του κύκλου ζωής της εφαρμογής (McMillan, 2011).

Η εικονικοποίηση υπηρεσίας παρέχει δηλαδή ένα προσομοιωμένο περιβάλλον δοκιμών, καθώς δημιουργεί, διαχειρίζεται και αναπτύσσει πλήρη περιβάλλοντα

δοκιμών οποτεδήποτε, οπουδήποτε. Η εικονικοποίηση αποτελεί πλέον αναπόσπαστο μέρος της υποδομής πληροφορικής. Οι οργανισμοί πρέπει να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά και γρήγορα στις μεταβαλλόμενες επιχειρηματικές ανάγκες, σε αυτήν την εποχή των άμεσων προσδοκιών.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων, οι ομάδες εφαρμογών πρέπει να παρέχουν ποιοτικό λογισμικό εγκαίρως που επιτρέπει στους προγραμματιστές και τους δοκιμαστές να έχουν πρόσβαση σε μη διαθέσιμες ή περιορισμένες υπηρεσίες σε προσομοιωμένο, εικονικό περιβάλλον. Με τη βοήθεια της εικονικοποίησης υπηρεσιών, μπορούν να επιτευχθούν βελτιώσεις ποιότητας, μείωσης κινδύνου, και αύξησης των εσόδων (White, 2011).

Με τη βοήθεια της εικονικοποίησης υπηρεσιών, οι ομάδες ανάπτυξης και δοκιμών προσομοιώνουν τη λειτουργία μιας υπηρεσίας χωρίς να επηρεάζουν την παράδοση ανεξάρτητα από την πρόσβαση σε συστήματα παραγωγής. Αυτό βοηθά τις ομάδες εφαρμογών να εντοπίζουν σφάλματα νωρίτερα στον κύκλο ζωής της εφαρμογής όταν είναι πιο εύκολα και ταχύτερα να επιδιορθωθούν, γεγονός που τελικά μειώνει το κόστος και μειώνει το χρόνο δοκιμής (Ariola, 2012).

Είναι γεγονός ότι οι περισσότερες εφαρμογές παρουσιάζουν "σφάλματα" όταν κυκλοφορούν. Αυτό είναι ένα δεδομένο στην βιομηχανία της πληροφορικής. Ωστόσο, όσο αργότερα στον κύκλο ζωής της εφαρμογής εντοπίζονται αυτά τα ελαττώματα, τόσο πιο δύσκολο και πιο κοστοβόρο είναι να διορθωθούν.

Χρησιμοποιώντας την εικονικοποίηση υπηρεσίας, οι οργανισμοί μπορούν να εντοπίσουν προβλήματα και να τα διορθώσουν με λιγότερες συνέπειες στα χρονοδιαγράμματα και τους προϋπολογισμούς τους, πραγματοποιώντας παράλληλα ελέγχους, συχνά καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Η εικονικοποίηση υπηρεσίας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση ελαττωμάτων. Εάν εντοπιστεί κάποιο ελάττωμα στις δοκιμές, μπορεί να εμποδίσει την εφαρμογή να μην λειτουργεί σωστά. Ωστόσο, η εικονικοποίηση υπηρεσίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μιμηθεί τη σωστή λειτουργικότητά της, έτσι ώστε να προχωρήσουν περαιτέρω δοκιμές (Ariola, 2013).

3.2. Οφέλη από την χρήση εικονικοποίησης υπηρεσίας

Τα οφέλη που παρέχονται από την εικονικοποίηση της υπηρεσίας είναι ποικίλα και διαφορετικά. Καταρχάς, η εικονικοποίηση υπηρεσιών, μειώνει σημαντικά το χρόνο στην αγορά, βοηθώντας τις ομάδες να εργάζονται παράλληλα, αυξάνοντας έτσι την παραγωγικότητα. Ενώ η εργασία διεξάγεται γρηγορότερα, η ποιότητα δεν διακυβεύεται καθώς οι προγραμματιστές και οι υπεύθυνοι δοκιμών έχουν μεγαλύτερο έλεγχο στο περιβάλλον δοκιμών (Kernochan, 2013).

Παράλληλα, η εικονικοποίηση υπηρεσίας καταργεί την ανάγκη εξάρτησης από Διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών τρίτων κατασκευαστών, βάσεις δεδομένων ή υπηρεσίες και έτσι μειώνει το κόστος. Η εικονικοποίηση υπηρεσίας ελαχιστοποιεί επίσης το κόστος υποδομής επειδή δεν υπάρχει καμία δαπάνη για την πρόσβαση, αποθήκευση και επαναχρησιμοποίηση δεδομένων που είναι ήδη αποθηκευμένα στο cloud (Morris, 2010).

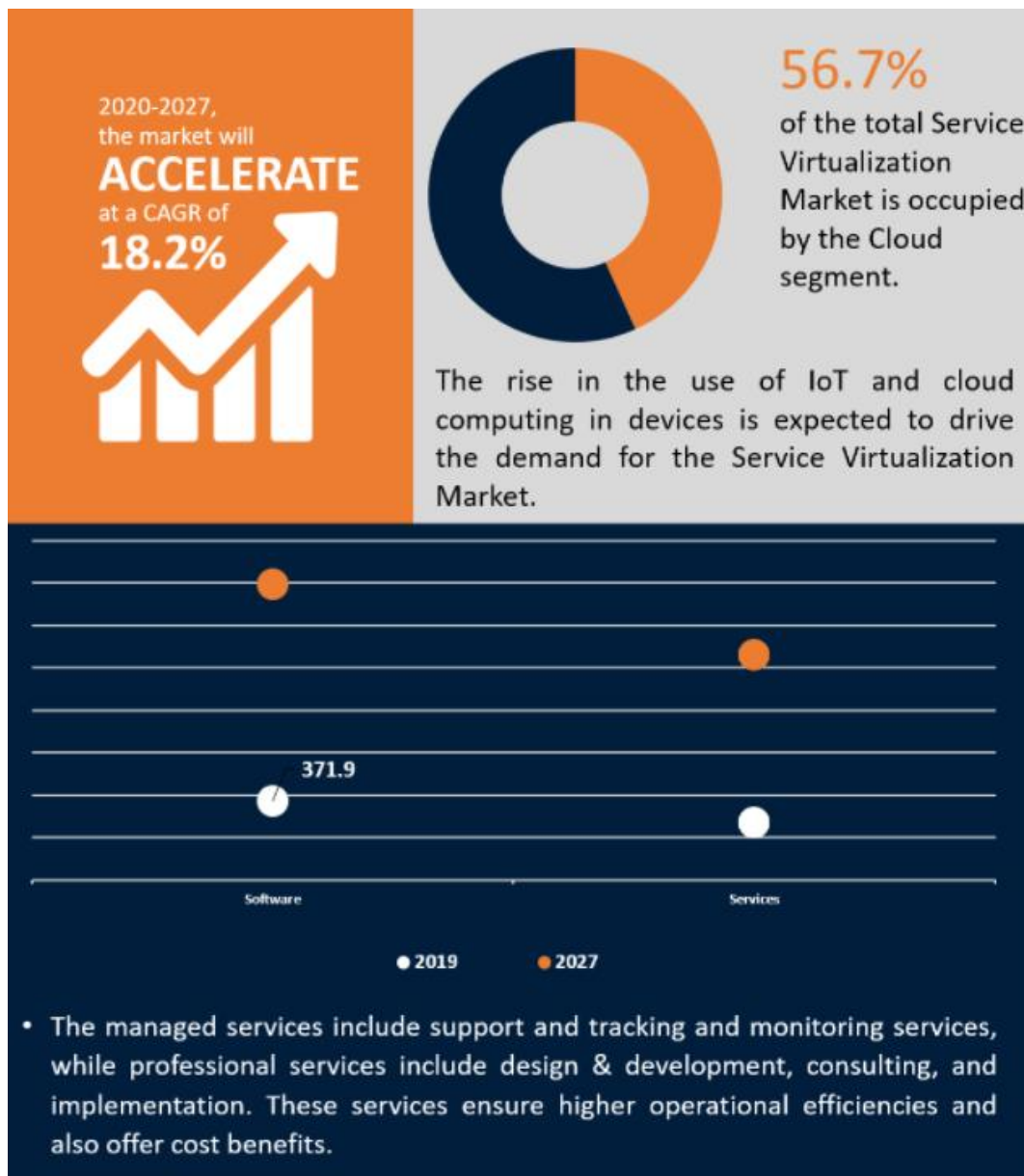
Η τεχνολογία προσφέρει διάφορα επιχειρηματικά οφέλη, όπως καλύτερη χρήση των πόρων του συστήματος και ταχεία παροχή υπηρεσιών. Η εικονικοποίηση υπηρεσίας είναι επωφελής για τις ομάδες ανάπτυξης που εστιάζουν στην επιδιόρθωση σφαλμάτων στο επίπεδο API, όπου σημαντικά προβλήματα παρουσιάζονται αρκετά συχνά στις διεπαφές συστήματος. Αυτό βοηθά στη μείωση του χρόνου ανάπτυξης της εφαρμογής και βελτιώνει τις εργασίες διεπαφής για επίτευξη καλύτερης εμπειρίας του χρήστη. Επιπλέον, η εικονικοποίηση υπηρεσιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδεδεμένα συστήματα για τον έλεγχο της συμπεριφοράς μιας εφαρμογής, των στοιχείων και των διεπαφών προγραμματισμού της. (Kernochan, 2013).

3.3. Νέες τάσεις στην παγκόσμια αγορά εικονικοποίησης υπηρεσιών

Η αυξανόμενη ζήτηση για προηγμένες λύσεις και υπηρεσίες ενοποίησης δεδομένων ενθαρρύνει σήμερα σημαντικά, τη ζήτηση στην αγορά της εικονικοποίησης υπηρεσιών. Επιπλέον, η αυξανόμενη τάση της ψηφιοποίησης και των επενδύσεων σε τεχνολογίες που βασίζονται στην τεχνολογία cloud, επηρεάζει επίσης θετικά την αγορά.

Από την άλλη θα πρέπει να επισημανθεί ότι η ασφάλεια δεδομένων και οι ανησυχίες για το απόρρητο εμποδίζουν ακόμη σημαντικά την παγκόσμια αγορά εικονικοποίησης υπηρεσιών. Ωστόσο, ορισμένοι παράγοντες, όπως η πρόοδος στις σχετικές τεχνολογίες, θα προσφέρουν προσοδοφόρες ευκαιρίες ανάπτυξης στην αγορά στον σχετικό τομέα. Με τέτοια οφέλη που προσφέρει η τεχνολογία, ο κλάδος της εικονικοποίησης υπηρεσιών, αναπτύσσεται σήμερα ραγδαία και αναμένεται να σημειώσει σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη και στο εγγύς μέλλον. (White, 2011).

Είναι χαρακτηριστικό ότι η παγκόσμια αγορά εικονικοποίησης υπηρεσιών προβλέπεται να αυξηθεί με ρυθμό 18,2%, από 642,7 εκατομμύρια δολάρια το 2019 σε 2,452,4 εκατομμύρια δολάρια έως το 2027 καθώς η εικονικοποίηση υπηρεσιών βοηθά τους προγραμματιστές να διασφαλίσουν έναν υψηλής ποιότητας κύκλο ζωής του λογισμικού. Η αγορά αποκτά έλξη λόγω των σχέσεων κόστους-αποτελεσματικότητας και ασφάλειας για την ανάπτυξη λογισμικού, σε τομείς όπως η υγειονομική περίθαλψη, η πληροφορική και οι τηλεπικοινωνίες και η αυτοκινητοβιομηχανία.



Εικόνα 11 Τάσεις της παγκόσμιας αγοράς της εικονικοποίησης υπηρεσιών

Πηγή: <https://www.reportsanddata.com/report-detail/service-virtualization-market>

Με την πρόοδο της τεχνολογίας, η αγορά εικονικοποίησης υπηρεσιών έχει αυξηθεί σημαντικά. Η αυξημένη υιοθέτηση των τεχνολογιών BYOD (Bring Your Own Device) και DevOps (αποτελεί ένα σύνολο πρακτικών που συνδυάζουν την

ανάπτυξη λογισμικού και τις λειτουργίες πληροφορικής) για την ανάπτυξη λογισμικού είναι κρίσιμοι παράγοντες που διευκολύνουν την επέκταση της αγοράς εικονικοποίησης υπηρεσιών. Η εικονικοποίηση υπηρεσιών, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην ανάπτυξη σύνθετων συστημάτων βασισμένων σε API, cloud και SOA (Service Oriented Architecture). Επιπλέον, η εικονικοποίηση υπηρεσίας χρησιμοποιείται για να αποφευχθούν τα σημεία συμφόρησης της διαδικασίας που συμβαίνουν συνήθως όταν οι ομάδες αναπτύσσουν / ελέγχουν παράλληλα διασυνδεδεμένα στοιχεία του συστήματος. (White, 2011).

Σε κάθε περίπτωση όπως προαναφέρθηκε, κύριος παράγοντας που είναι υπεύθυνος για την οδήγηση της αγοράς εικονικοποίησης υπηρεσιών εξακολουθεί να παραμένει η ανάγκη αποφυγής ενός ακριβού εργαστηρίου δοκιμών και εξοικονόμησης χρόνου για την ανίχνευση σφαλμάτων ανάπτυξης στις αρχές της παραγωγής. Η εικονικοποίηση υπηρεσιών μειώνει παράλληλα την απαιτούμενη υποδομή για την ανάπτυξη και τον έλεγχο εφαρμογών, κάτι που είναι ένας άλλος βασικός παράγοντας που είναι υπεύθυνος για την ενίσχυση της ζήτησης της εικονικοποίησης υπηρεσιών. Από την άλλη πλευρά, οι κανονισμοί και οι πολιτικές ασφάλειας δεδομένων είναι ένας από τους περιορισμούς που αναμένεται να εμποδίσουν την ανάπτυξη της αγοράς στο εγγύς μέλλον. (Kernochan, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα επιχειρηθεί μια συγκριτική ανάλυση των μεθόδων εικονικοποίησης που χρησιμοποιούν πάροχοι εικονικοποίησης παγκόσμιας εμβέλειας και ειδικότερα των Microsoft και Amazon. Η εικονικοποίηση είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην έννοια Cloud Computing. Ειδικότερα οι Microsoft και Amazon είναι σήμερα πάροχοι υπηρεσιών Cloud δηλαδή εταιρείες που προσφέρουν υπηρεσίες δικτύου, υποδομή, αποθήκευση ή επιχειρηματικές εφαρμογές στην πλατφόρμα cloud. Όλες αυτές οι υπηρεσίες που βασίζονται σε σύννεφο φιλοξενούνται σε κέντρα δεδομένων και είναι προσβάσιμες από εταιρείες που χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο.

4.1. Microsoft Azure

Η Microsoft βρίσκεται ανάμεσα στις πρώτες θέσεις των κορυφαίων παρόχων υπηρεσιών cloud παγκοσμίως. Έχει δημιουργήσει την υβριδική πλατφόρμα «Azure», συμπεριλαμβανομένων και των τριών βασικών μοντέλων υπηρεσιών Cloud Computing, SaaS, PaaS και IaaS, προκειμένου να αντιμετωπίσει πολύπλοκες επιχειρηματικές προκλήσεις σε πολλούς κλάδους (χρηματοοικονομικά, λιανικό εμπόριο, μεταποιητικός τομέας, υγειονομική περίθαλψη, τυχερά παιχνίδια, κυβερνητικός τομέας κ.λπ.). Ειδικότερα το SaaS, που σημαίνει Λογισμικό ως Υπηρεσία, αναφέρεται στην παράδοση και την αδειοδότηση λογισμικού όπου οι τελικοί χρήστες έχουν πρόσβαση στο λογισμικό διαδικτυακά. Οι τελικοί χρήστες συνήθως πληρώνουν ένα κανονικό τέλος συνδρομής για να μπορούν να χρησιμοποιούν το λογισμικό. Αντίστοιχα η Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (PaaS) που χρησιμοποιεί η Microsoft, αποτελεί ένα παράδειγμα παροχής λειτουργικών συστημάτων και συνεργαζόμενων υπηρεσιών μέσω του Internet χωρίς την ανάγκη για

μεταφορτώσεις και εγκαταστάσεις. Τέλος, το μοντέλο Υποδομή ως Υπηρεσία (IaaS) σχετίζεται με την εξωτερική ανάθεση του εξοπλισμού που απαιτείται για την υποστήριξη λειτουργιών συμπεριλαμβανομένων των αποθηκευτικών χώρων, υλικού, διακομιστών και τμημάτων δικτύου.

Το Microsoft Azure είναι μια υπηρεσία cloud computing που δημιουργήθηκε από τη Microsoft για τη δημιουργία, τον έλεγχο, την ανάπτυξη και τη διαχείριση εφαρμογών και υπηρεσιών μέσω κέντρων δεδομένων που διαχειρίζεται η εταιρεία. Μέσω της εφαρμογής Azure, η Microsoft, παρέχει επίσης πλήρη υποδομή για την εκτέλεση εφαρμογών μέσω των υπηρεσιών της, είτε δημιουργώντας νέες εφαρμογές είτε αναπτύσσοντας μια υπάρχουσα. Το Microsoft Azure προσφέρει εικονικές μηχανές για την παροχή και την ανάπτυξη εικονικών μηχανών σε Linux και Windows.

Το Azure περιλαμβάνει παράλληλα, τις λύσεις IoT, AI και Blockchain και επιτρέπει επίσης στους οργανισμούς να δημιουργούν εφαρμογές που εξασφαλίζουν υψηλή ασφάλεια δεδομένων. Δεδομένου ότι δεν απαιτούνται φυσικοί διακομιστές, αυτό μειώνει το τεράστιο κόστος, που θα απαιτούνται για την ύπαρξη μιας ομάδας υποστήριξης διακομιστών. Το Azure Migration Center εκτελεί μεταφορές cloud γρηγορότερα και ευκολότερα. Η λύση είναι επίσης συμβατή με το Linux. Παράλληλα το Microsoft Azure έχει προχωρήσει σε ένα σύνολο συνεργασιών με άλλους προμηθευτές όπως Adobe, SAP, Cisco κ.λπ., για τη διασφάλιση περισσότερων ευκαιριών παροχής υπηρεσιών εικονικοποίησης στους χρήστες.

Το στοιχείο Windows Azure, της πλατφόρμας Azure, περιλαμβάνει πέντε κύρια στοιχεία, τα οποία είναι τα ακόλουθα (Chappell, 2012):

Compute

Το Windows Azure Compute παρέχει στους προγραμματιστές μια πλατφόρμα για εκτέλεση, αποθήκευση και διαχείριση εφαρμογών. Αυτές οι εφαρμογές μπορεί να αναπτυχθούν με τη χρήση ενός ή περισσότερων τύπων εξαρτημάτων (ονόματα ρόλων). Υπάρχουν τρεις τύποι ρόλων (Meir-Huber, 2011):

Ρόλοι Ιστού. Ο κύριος στόχος τους είναι να παρουσιάσουν περιεχόμενο ιστότοπου και γι 'αυτό οι ρόλοι ιστού υποστηρίζουν πλήρως τα IIS, επιτρέποντας την εκτέλεση πολλών ιστότοπων σε έναν ρόλο ιστού. Οι εργασίες που χρειάζονται υπολογιστικούς πόρους θα πρέπει να εκτελούνται σε ρόλο εργαζομένου.

Ρόλοι εργαζομένων. Αποσκοπούν στην εκτέλεση εργασιών που χρειάζονται υψηλότερους υπολογιστικούς πόρους. Η επικοινωνία με άλλους ρόλους μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση των Message Queues.

Ρόλοι VM. Σε αντίθεση με τους δύο προηγούμενους ρόλους, οι ρόλοι VM δεν βρίσκονται στο επίπεδο PaaS. Ένας ρόλος VM παρέχει υπηρεσίες σε επίπεδο IaaS, λειτουργώντας ως εικονική μηχανή που επιτρέπει την τοποθέτηση στο σύννεφο, μιας εικόνας, μιας δεδομένης λύσης. Αυτό διευκολύνει τη διαδικασία υιοθέτησης του cloud από οργανισμούς, καθώς επιτρέπει τη μετάβαση στο cloud των ιδίων εφαρμογών που υπήρχαν προηγουμένως. Οι εφαρμογές μπορούν να αναπτυχθούν σε γλώσσες όπως C ++, Java ή PHP.

Αποθήκευση

Η υπηρεσία αποθήκευσης επιτρέπει την αποθήκευση πόρων στο cloud με ασφαλή και κλιμακούμενο τρόπο. Αυτοί οι πόροι μπορεί να ονομάζονται αρχεία, όπως έγγραφα, εικόνες ή βίντεο, μαζί με σχετικές πληροφορίες μεταδεδομένων ή μπορεί να είναι δομημένες ή ημιδομημένες πληροφορίες. Υπάρχουν τρεις μορφές αποθήκευσης που παρέχονται ως υπηρεσίες δεδομένων διαθέσιμες μέσω ενός HTTP API (Krishnan, 2010):

Τα Δυναμικά μεγάλα αντικείμενα (BLOB): Είναι ο απλούστερος τρόπος αποθήκευσης ονομαστικών αρχείων στο Azure, που είναι προετοιμασμένο για αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων (κάθε αρχείο μπορεί να είναι έως 1TB).

Πίνακες: Ιδανικοί για αποθήκευση μεγάλου όγκου δομημένων δεδομένων, για να μπορεί ο χρήστης να χρησιμοποιήσει ερωτήματα για να κάνει αναζήτηση. Ωστόσο, αυτό δεν σχετίζεται με το σχεσιακό μοντέλο, καθώς η υπηρεσία αποθήκευσης πίνακα

δεν παρέχει υποστήριξη SQL. Τα δεδομένα αποθηκεύονται με τη μορφή οντοτήτων με ιδιότητες, που αντιστοιχούν σε μαζικά κλιμακούμενους πίνακες που αναπαράγονται για την αποφυγή απώλειας δεδομένων

Message Queues: Χρησιμοποιείται για ασύγχρονη ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ δύο ρόλων.

Fabric Controller

Όπως προαναφέρθηκε, το Windows Azure λειτουργεί σε αμέτρητο αριθμό μηχανών (κόμβων). Το κύριο καθήκον του Fabric Controller είναι να παρέχει μια ενιαία εικόνα του συνόλου, πάνω στην οποία βασίζονται οι υπηρεσίες Compute and Storage. Το Fabric Controller παρακολουθεί την κατάσταση του υλικού και την κατάσταση κάθε εφαρμογής έτσι ώστε, σε περίπτωση βλάβης κόμβου, κάθε επηρεαζόμενη εφαρμογή να μπορεί να επανεκκινήσει στον ίδιο κόμβο ή σε διαφορετικό (Brunetti, 2011).

Δίκτυο παράδοσης περιεχομένου

Το Δίκτυο παράδοσης περιεχομένου (CDN) έχει την εντολή να διατηρεί απρόσκοπτα τα αποθηκευμένα αντίγραφα των συχνά προσπελάσιμων δεδομένων που αναπαράγονται σε διακομιστές σε όλο τον κόσμο, προκειμένου να είναι σε θέση να παρέχει ταχέως αυτά τα δεδομένα στους χρήστες.

Εικονικό Δίκτυο

Επιτρέπει την πρόσβαση σε εφαρμογές cloud σαν να ήταν μέσα στο ασφαλές ενδοδίκτυο του οργανισμού-πελάτη. Επιτρέπει τη δημιουργία άμεσης σύνδεσης μεταξύ της πλατφόρμας που βασίζεται στο σύννεφο και του κέντρου δεδομένων του οργανισμού ή την ενσωμάτωση των υπηρεσιών που βασίζονται σε σύννεφο με τις υπηρεσίες καταλόγου στον οργανισμό.

4.2. Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)

Η Amazon web Amazon, η οποία ιδρύθηκε το 2006, είναι σήμερα ένας ολοκληρωμένος πάροχος υπηρεσιών cloud με ένα ευρύ φάσμα προϊόντων και υπηρεσιών. Η AWS προσφέρει υπηρεσίες για όλους, ξεκινώντας από ιδιώτες, μικρούς οργανισμούς έως και μεγαλύτερες επιχειρήσεις. Αυτό καθιστά την AWS έναν αδιαμφισβήτητο ηγέτη στην αγορά cloud. Η AWS περιλαμβάνει όλες τις τελευταίες τεχνολογικές καινοτομίες όπως IoT, AI, Blockchain, machine learning, AR και VR. Ειδικότερα η AWS προσφέρει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών IaaS και PaaS που περιλαμβάνουν Elastic Cloud Compute (EC2), Elastic Beanstalk, Simple Storage Service (S3) και Relational Database Service (RDS). (Christodorescu et al., 2009).

Η Elastic Compute Cloud (EC2) είναι μια υπηρεσία ιστού με απλή διεπαφή για την εκκίνηση στιγμιотύπων εφαρμογής μέσα από αρκετά λειτουργικά συστήματα, όπως αρκετές Linux διανομές, Microsoft Windows Server 2003 και 2008, OpenSolaris, FreeBSD και NetBSD. Ειδικότερα το περιβάλλον Elastic Compute Cloud (EC2) αποτελεί το κεντρικό τμήμα της πλατφόρμας υπολογιστών cloud του Amazon.com και Amazon Web Services (AWS). Ένας τύπος περιβάλλοντος (instance) καθορίζει το υλικό του κεντρικού υπολογιστή που χρησιμοποιείται. Κάθε τύπος περιβάλλοντος προσφέρει διαφορετικές δυνατότητες υπολογισμού και μνήμης. Το Amazon Machine Image (AMI) παρέχει το προφίλ λογισμικού του περιβάλλοντος EC2, συμπεριλαμβανομένων λειτουργικών συστημάτων, εγκατεστημένων εφαρμογών κ.λπ. (Christodorescu et al., 2009).

Έτσι, το EC2 επιτρέπει επεκτάσιμη ανάπτυξη εφαρμογών παρέχοντας μια διαδικτυακή υπηρεσία μέσω της οποίας ένας χρήστης μπορεί να εκκινήσει ένα AMI για να δημιουργήσει μια εικονική μηχανή, την οποία η Amazon καλεί «περιβάλλον»,

ή παρουσία (instance) και η οποία περιέχει οποιοδήποτε επιθυμητό λογισμικό. Το AWS υποστηρίζει δύο διαφορετικούς τύπους εικονικοποίησης για παρουσίες EC2:

1. Παρα -εικονικοποίηση (PV)
2. Εικονική μηχανή υποβοηθούμενη από υλικό (HVM)

Ο τρόπος με τον οποίο τα περιβάλλοντα PV και HVM εικονικοποιούνται είναι ο εξής. Το Amazon EC2 βασίζεται στο Xen Virtualization για την έναρξη όλων των παρουσιών του. Κάθε φυσικό μηχάνημα διαθέτει έναν επόπτη. Ένας υπεύθυνος Xen επιτρέπει σε πολλές περιπτώσεις να μοιράζονται μια πλατφόρμα υλικού. Ένα υλικό στο οποίο ένας υπεύθυνος επεξεργασίας εκτελεί μία ή περισσότερες εικονικές μηχανές ονομάζεται μηχανή Host. Κάθε εικονική μηχανή ονομάζεται μηχανή επισκέπτη.

Το Xen υποστηρίζει δύο τύπους εικονικοποίησης (Mathews, 2008):

Xen Para-virtualization (PV)

Xen Πλήρης εικονικοποίηση (HVM)

Παρα-εικονικοποίηση: Οι Amazon Machine Images (AMI) εκκινούν με ένα ειδικό φορτωτή εκκίνησης που ονομάζεται PV-GRUB. Η ικανότητα του επισκέπτη να επικοινωνεί απευθείας με τον υπεύθυνο επιδόσεων οδηγεί σε υψηλότερα επίπεδα απόδοσης από άλλες προσεγγίσεις εικονικοποίησης, αλλά δεν μπορούν να επωφεληθούν από επεκτάσεις υλικού όπως βελτιωμένη δικτύωση, GPU κ.λπ. (Fayyad-Kazan et al., 2013).

Πλήρης εικονικοποίηση: Πρόκειται για μια μορφή εικονικοποίησης η οποία είναι η πλέον κατάλληλη για την περίπτωση. στην οποία ένα λειτουργικό σύστημα

χρησιμοποιείται σαν οικοδεσπότης και σαν φιλοξενούμενο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε απaráλλακτη έκδοση λειτουργικού. Οι παρουσίες HVM παρουσιάζονται με ένα πλήρως εικονικοποιημένο σύνολο υλικού και εκκινούν εκτελώντας την κύρια εγγραφή εκκίνησης της συσκευής root block της εικόνας (Deshane et al., 2008).

Το συγκεκριμένο μοντέλο, παρέχει τη δυνατότητα εκτέλεσης ενός λειτουργικού συστήματος απευθείας πάνω από μια εικονική μηχανή χωρίς καμία τροποποίηση ενώ παράλληλα, παρέχει πλήρη απομόνωση υλικού. Για να περάσει από οδηγίες σε εξειδικευμένες συσκευές δικτύου και GPU, το λειτουργικό σύστημα επισκέπτη πρέπει να έχει πρόσβαση στην εγγενή πλατφόρμα υλικού και η εικονικοποίηση HVM παρέχει αυτήν την πρόσβαση. Επίσης, το υλικό παρέχει υποστήριξη για ανεξάρτητη λειτουργία για κάθε λειτουργικό σύστημα. Τα HVM AMI υποστηρίζουν Linux και Windows. Η απόδοση δικτύου σε μια παρουσία Para-virtualized είναι σχετικά χαμηλή, ενώ η απόδοση δικτύου σε εικονική παρουσία υποβοηθούμενη από υλικό είναι χαμηλή έως μέτρια (Felter et al., 2015).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Εξετάζοντας τον ορισμό της εικονικοποίησης σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, ορίζουμε την εικονικοποίηση ως την τέχνη και την επιστήμη της προσομοίωσης της λειτουργίας ενός αντικειμένου ή πόρου ή υπηρεσίας σε λογισμικό παρόμοιο με αυτό του αντίστοιχου φυσικώς πραγματοποιημένου αντικειμένου. Με άλλα λόγια, χρησιμοποιούμε μια αφαίρεση για να κάνουμε το λογισμικό να φαίνεται και να συμπεριφέρεται σαν υλικό, με αντίστοιχα οφέλη στην ευελιξία, το κόστος, την επεκτασιμότητα, την αξιοπιστία και συχνά τη συνολική ικανότητα και απόδοση και σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

Η εικονικοποίηση, λοιπόν, κάνει «πραγματικό» αυτό που δεν είναι, εφαρμόζοντας την ευελιξία και την ευκολία των δυνατοτήτων και υπηρεσιών που βασίζονται σε λογισμικό ως ένα αποτελεσματικό υποκατάστατο του ίδιου που πραγματοποιείται στο υλικό. Όπως αναλύθηκε παραπάνω, η εικονικοποίηση επιτρέπει μια πιο αποτελεσματική χρήση υλικού και παράλληλα διευκολύνει την βέλτιστη δυνατή απόδοση της επένδυσης υλικού ενός οργανισμού. Ειδικότερα, η εικονικοποίηση προσφέρει πολλά οφέλη στους χειριστές του κέντρου δεδομένων και στους παρόχους υπηρεσιών και κυρίως αποδοτικότητα των διαθέσιμων πόρων και ευκολότερη διαχείριση.

Είναι γεγονός ότι καμία καινοτομία στην πληροφορική δεν είχε μεγαλύτερο αντίκτυπο από την εικονικοποίηση ενώ ο τρόπος που επηρεάζει η εικονικοποίηση τη σύγχρονη επιχείρηση είναι ιδιαιτέρως κρίσιμος. Αυτό γιατί, η εικονικοποίηση είναι μια εξαιρετική στρατηγική για την παροχή, κλιμάκωση και προσαρμογή της υποδομής πληροφορικής καθώς οι απαιτήσεις αλλάζουν. Το μέλλον είναι συνεπώς στη χρήση εικονικοποίησης για την εξάλειψη πολλών παραδοσιακών υποδομών, μειώνοντας επίσης το κόστος. Η εικονικοποίηση θα μας επιτρέψει τελικά να ελαχιστοποιήσουμε το σύνολο του εξοπλισμού εγκαταστάσεων που απαιτείται για τις λειτουργίες της πληροφορικής ενώ ακόμα περισσότεροι οργανισμοί κι επιχειρήσεις

στο μέλλον αναμένεται να χρησιμοποιούν την εικονικοποίηση στο πλαίσιο λειτουργίας κι ανάπτυξή τους.

Από την συγκριτική ανάλυση μεταξύ των πλατφορμών microsoft azure και amazon elastic compute cloud (EC2) προέκυψαν μια σειρά συμπεράσματα. Το Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) είναι μια υπηρεσία ιστού που παρέχει δυνατότητα αλλαγής μεγέθους υπολογιστικής ικανότητας στο cloud. Έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει τους υπολογιστές σε κλίμακα ιστού για προγραμματιστές. Αντίστοιχα, το Microsoft Azure, είναι ενσωματωμένες υπηρεσίες cloud και υποδομή για υποστήριξη σεναρίων υπολογιστών, βάσεων δεδομένων, αναλύσεων, κινητών και ιστού. Το Azure είναι μια ανοιχτή και ευέλικτη πλατφόρμα cloud που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν, να αναπτύξουν και να διαχειριστούν γρήγορα εφαρμογές σε ένα παγκόσμιο δίκτυο κέντρων δεδομένων που διαχειρίζεται η Microsoft. Έτσι οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν εφαρμογές χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε γλώσσα, εργαλείο ή πλαίσιο. Και παράλληλα έχουν την δυνατότητα να ενσωματώσουν τις δημόσιες εφαρμογές cloud τους με το υπάρχον περιβάλλον πληροφορικής τους.

Και οι δυο πλατφόρμες, Amazon EC2 και Microsoft Azure μπορούν να ταξινομηθούν κυρίως ως εργαλεία "Cloud Hosting". Όπως προέκυψε από την συγκριτική ανάλυση, μερικές από τις δυνατότητες που προσφέρει το Amazon EC2 είναι:

Ελαστικότητα: Το Amazon EC2 επιτρέπει στους χρήστες να αυξήσουν ή να μειώσουν τη χωρητικότητα μέσα σε λίγα λεπτά. Μπορούν έτσι να ζητήσουν μία, εκατοντάδες ή ακόμη και χιλιάδες παρουσίες διακομιστή ταυτόχρονα.

Πλήρως ελεγχόμενη πλατφόρμα: Ο χρήστης έχει τον πλήρη έλεγχο των παρουσιών του. Έχετε πρόσβαση σε κάθε μία εξ'αυτών και μπορεί να αλληλεπιδράσει μαζί τους όπως θα κάνατε σε οποιοδήποτε μηχάνημα.

Ευέλικτη: Ο χρήστης την επιλογή πολλών τύπων παρουσίας, λειτουργικών συστημάτων και πακέτων λογισμικού. Το Amazon EC2 επιτρέπει στον χρήστη

διαμόρφωση μνήμης, CPU, αποθήκευσης περιπτώσεων καθώς επίσης και το μέγεθος του διαμερίσματος εκκίνησης που είναι το βέλτιστο για την επιλογή του λειτουργικού συστήματος και της εφαρμογής του.

Από την άλλη πλευρά, το Microsoft Azure παρέχει τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά στους χρήστες:

Είναι ένας γρήγορος και αξόπιστος διακομιστής cloud, ο οποίος προσφέρει επεκτασιμότητα και εύκολη διαχείριση. Καθώς οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν εργαλεία .Net ή ανοιχτού κώδικα και Startup friendly, είναι οι κύριοι λόγοι για τους οποίους προτιμάται το Microsoft Azure. Τέλος, το Azure ακολουθεί την προσέγγιση DADSC για την ασφάλεια γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο απώλειας δεδομένων. Ταυτόχρονα, ο έλεγχος ταυτότητας πολλαπλών παραγόντων και οι κωδικοί πρόσβασης εφαρμογών προσφέρουν ένα άλλο επίπεδο ασφάλειας για να αποτραπεί η κλοπή πληροφοριών των χρηστών. Σύμφωνα με την κοινότητα StackShare, το Microsoft Azure έχει μεγαλύτερη αποδοχή, σε σύγκριση με το Amazon EC2.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Adams, K. and Agesen, O. 2006. A comparison of software and hardware techniques for x86 virtualization. In Proceedings of the 12th International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems (ASPLOS-XII). 2--13.
- Allen Jonathan, (2013) Service Virtualization as an Alternative to Mocking, eBizQ
- Ameen, R. Y., & Hamo, A. Y. (2013). Survey of server virtualization. International Journal of Computer Science and Information Security, 11(3), 65-74
- Anderson T., L. Peterson, S. Shenker, and J. Turner, "Overcoming the Internet impasse through virtualization," Computer, vol. 38, no. 4, pp. 34–41, 201
- Ariola Wayne (2012) Database Virtualization For Development and Test, ST & QA Magazine
- Ariola Wayne (2013) The Next Generation of Test Environment Management, Virtualization Journal
- Barham P., B. Dragovic, K. Fraser, S. Hand, T. Harris, A. Ho, R. Neugebauer, I. Pratt, and A. Warfield, "Xen and the art of virtualization," in SOSP '03: Proceedings of the nineteenth ACM symposium on Operating systems principles, (New York, NY, USA), pp. 164–177, ACM, 2003.
- Barham, P., Dragovic, B., Fraser, K., Hand, S., Harris, T., Ho, A., Neugebauer, R., Pratt, I., & Warfield, A. (2003) Xen and the Art of Virtualization. Proceedings of the Nineteenth ACM Symposium on Operating Systems Principles, Bolton Landing, NY, USA, October 19-22, 2003, pp. 164-174
- Bavier A., M. Bowman, B. Chun, D. Culler, S. Karlin, S. Muir, L. Peterson, T. Roscoe, T. Spalink, and M. Wawrzoniak, "Operating system support for planetary-scale network services," in NSDI'04: Proceedings of the 1st conference on Symposium on Networked Systems Design and Implementation, (Berkeley, CA, USA), pp. 19–19, USENIX Association, 2004.

- Bele, R., & Desai, C. (2012). Review on virtualization: In the light of storage and server virtualization technology. *Journal of Information and Operations Management*, 3(1), 245-249.
- Bellovin, S., M. (2016) "Virtual machines, virtual security?," Association for Computing Machinery. *Communications of the ACM* (49) 10, pp. 104
- Bhatia S., M. Motiwala, W. Muhlbauer, Y. Mundada, V. Valancius, A. Bavier, N. Feamster, L. Peterson, and J. Rexford, "Trellis: A platform for building flexible, fast virtual networks on commodity hardware," in *CONEXT '08: Proceedings of the 2008 ACM CoNEXT Conference*, (New York, NY, USA), pp. 1–6, ACM, 2008.
- Bizarro, P. A., & Garcia, A. (2013). Virtualization: Benefits, risks and control. *Internal Auditing*, 28(4), 11-18.
- Bologa, A., & Bologa, R. (2011). A perspective on the benefits of data virtualization technology. *Informatica Economica*, 15(4), 110-118.
- Boutaba and Chowdhury M. R., "Network virtualization: State of the art and research challenges," *IEEE Communications Magazine*, vol. 47, pp. 20–26, Jul 2009.
- Brett P., M. Bowman, J. Sedayao, R. Adams, R. Knauerhause, and A. Klingaman, "Securing the planetlab distributed testbed: How to manage security in an environment with no firewalls, with all users having root, and no direct physical control of any system," in *LISA '04: Proceedings of the 18th USENIX conference on System administration*, (Berkeley, CA, USA), pp. 195–202, USENIX Association, 2004.
- Bridges, D. (2013). Streamlining operations through virtualization. *Bank News*, 113(8), 14-15.
- Brunetti R., 2011. *Windows Azure Step by Step*. O'Reilly Media, Inc
- Chappell, David, 2010. *Introducing the Windows Azure platform*. October 2010.
- Chowdhury M. and R. Boutaba, "A survey of network virtualization," *Computer Networks*, pp. 862–876, April 2010.

Christodorescu M., R. Sailer, D. Schales, D. Sgandurra, and D. Zamboni. Cloud security is not (just) virtualization security: a short paper. In Proceedings of the 2009 ACM workshop on Cloud computing security.

Cisco, Inc. (2008) Network Virtualization Solutions: Network Virtualization for the Campus. White paper. Retrieved 12/1/2021, from http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns340/ns517/ns431/ns658/net_implementation_white_paper0900aecd804a17c9.html.

Collier, G., D. Plassman, & M. Pegah (2007) Virtualization's next frontier: security, in Proceedings of the 35th annual ACM SIGUCCS conference on User services. Orlando, Florida, USA: ACM.

consulting, 2007

Crosman, P. (2008) "Virtual Sprawl -- Rapid server virtualization has set the stage for a new malady known as 'virtual sprawl.' Here's what Wall Street firms are doing about it," Wall Street & Technology (26) 9, pp. 20.

Deshane Todd, Zachary Shepherd, Jeanna N. Matthews, Muli Ben-Yehuda, Amit Shah, and Balaji Rao. Quantitative comparison of xen and kvm. Xen Summit,, June 2008.

Fayyad-Kazan, H., Perneel, L., Timmerman, M.: Full and Para-Virtualization with Xen: A Performance Comparison. Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences 4(9), 719–727 (2013)

Felter, W., Ferreira, A., Rajamony, R., Rubio, J.: An updated performance comparison of virtual machines and Linux containers. In: 2015 IEEE International Symposium on Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS). pp. 171–172. IEEE (2015),

Guo-song J. and H. Xiao-ling, —Design and implementation of iscsi out-of-band storage virtualization," in Intelligence Science and Information Engineering (ISIE), 2011 International Conference on, pp. 378-381, IEEE, 2011.

Gurjit Singh Bhathal and Dr. G. N. Singh “Application Virtualization: a new way of application delivery as service to end application deployment” Forrester

- Hattangadi Gaurish, (2010) Service Virtualization for Modern Applications Virtual Strategy Magazine
- Hernick, J. & L. Garey (2008) "Tame Runaway VM Sprawl," InformationWeek 1199,. 40.
- Hernick, J. (2008) "Securing VMware," InformationWeek 1193, 31
- Howell, D. (2007) Virtualization Brings Up Security Issues. Investor's Business Daily, November 27
- Infinera, "Bandwidth virtualization enables a programmable optical network."
<http://www.infinera.com/pdfs/whitepapers/White Paper Bandwidth Virtualization.pdf>, 2007.
- Kampert Paulus (2010), a taxonomy of virtualization Technologies. Master Thesis August 2010 Delft University of Technology .pp 10-15
- Kamyab Khajehei "Role of virtualization in cloud computing," International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies., ISSN: 2321-7782 (Online), Volume 2, Issue 4, pp.15-21 April 2014.
- Kernochan Wayne (2013) Parasoft and "Service Virtualization" Testing: A Good Idea, Thoughts From a Software IT Analyst
- Krishnan, Sriram, 2010. Programming Windows Azure. O'Reilly Media, Inc.
- Lai, E. & Thibodeau, P. (2008) App support limitations could impede virtualization. Computerworld 42(2), 12
- Lawton George (2012) Service virtualization arises to meet services testing obstacles, SearchSOA
- Li B., J. Shu, and W. Zheng, —Design and implementation of a storage virtualization system based on scsi target simulator in san," Tsinghua Science & Technology, vol. 10, no. 1, pp. 122-127, 2005.
- Lippis III, N. J. (2007) Network Virtualization: The new Building Blocks of Network Design. Lippis Consulting white paper, October.

- Mathews N. Jeanna, Eli M. Dow, Todd Deshane, Wenjin Hu, Jeremy Bongio, Patrick F. Wilbur, Brendan Johnson, Running Xen: A Hands-On Guide to the Art of Virtualization. Prentice Hall, 2008
- McMillan Liz (2011). Managing Test Environments Cloud Computing Journal,
- Meir-Huber, M., 2011. Windows Azure Series - Roles Offered by Windows Azure. Cloud Computing Journal. April 2011.
- Morris Ed et al., (2010) Testing in Service-Oriented Environments Software Engineering Institute
- Neeraj Gandhi, Ashwinder Tanwar, “Performance Evaluation of Server Virtualization with Different Parameters in Windows Host Server,” International Journal of Advance Engineering and Research Development., Volume 2, Issue 1, pp.91-94, January -2015
- Peterson L., T. Anderson, D. Culler, and T. Roscoe, “A blueprint for introducing disruptive technology into the Internet,” SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol. 33, no. 1, pp. 59–64, 2003.
- Rakesh Kumar, Shilpi Charu. “An Importance of Using Virtualization Technology in Cloud Computing,” Global Journal of Computers & Technology., ISSN: 2394-501X, Vol. 1, No. 2, pp.56-58, February 25, 2015.
- Reilly, D. (2008) Industry Keynote: Beyond Consolidation: Visualizing Our Virtual Future. InfoWorld Virtualization Executive Forum, San Francisco, February 4, 2008
- Ribiere, A. (2008) Using virtualization to improve durability and portability of industrial applications. Industrial Informatics, 2008. INDIN 2008. 6th IEEE International Conference on, 2008, 1545-1550
- Ribiere, A. (2018) Using virtualization to improve durability and portability of industrial applications. Industrial Informatics, 2008. INDIN 2008. 6th IEEE International Conference on, 2008, 1545-1550.

Soltesz S., H. Potzl, M. E. Fiuczynski, A. Bavier, and L. Peterson, “Container-based operating system virtualization: A scalable, highperformance alternative to hypervisors,” SIGOPS Oper. Syst. Rev., vol. 41, no. 3, pp. 275–287, 200

Swanson, E. B. (2014) Information Systems Innovation among Organizations. Management Science (40:9), September 1994, 1069-1092.

Treese, W. (2005) Virtualization virtually Everywhere: Putting it Together. NSW, ACM, June, 13-15.

Tripathi S., N. Droux, T. Srinivasan, and K. Belgaied, “Crossbow: From hardware virtualized nics to virtualized networks,” in VISA '09: Proceedings of the 1st ACM workshop on Virtualized infrastructure systems and architectures, (New York, NY, USA), pp. 53–62, ACM, 2009.

Vaughan-Nichols, S. J. (2008) "Virtualization Sparks Security Concerns," Computer (41) 8, 13-15.

Victor M. and R. Kumar, “Transport virtualization – VNs,” in Network Virtualization, ch. 3, p. 41, Cisco Press, July 26, 2006.

White B., J. Lepreau, L. Stoller, R. Ricci, S. Guruprasad, M. Newbold, M. Hibler, C. Barb, and A. Joglekar, “An integrated experimental environment for distributed systems and networks,” in Proceedings of the Fifth Symposium on Operating Systems Design and Implementation, (Boston, MA), pp. 255–270, USENIX Association, Dec. 2002.

White Elizabeth (2011) Application Behavior Virtualization Cloud Computing Journal

Yogesh Ghorpade, Swapnali Ghorpade, Tajuddin Bennur, H. S. Acharya "Server Virtualization: A Cost Effective And Green Computing Approach Towards Educational Infrastructure Management," International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking., ISSN: 2320-2106 Volume- 1, pp.15-18, Issue- 3, May-2013.

Zhang G., J. Shu, W. Xue, and W. Zheng, —Design and implementation of an out-of-band virtualization system for large sans," Computers, IEEE Transactions on, vol. 56, no. 12, pp. 1654-1665, 2007.