



Κατανεμημένα Συστήματα

Υπολογισμός Σε Νέφος (Cloud Computing)

Γιατί Cloud Computing;

- Ο υπολογισμός σε νέφος είναι όνειρο πολλών ετών στον υπολογισμό
- Κατασκευαστές λογισμικού με πρωτοπόρες ιδέες για νέες υπηρεσίες πάνω από το Internet δεν χρειάζονται πλέον τις νέες μεγάλες ανακαλύψεις στο υλικό για να αναπτύξουν τις υπηρεσίες τους ή δαπάνες για να τις κάνουν να λειτουργήσουν.
- Η χρήση 1000 εξυπηρετητών για 1 ώρα δεν κοστίζει περισσότερο από τη χρήση ενός εξυπηρετητή για 1000 ώρες

Τι είναι Cloud;

- Ο υπολογισμός σε νέφος αναφέρεται τόσο στις εφαρμογές που διατίθενται σαν υπηρεσίες πάνω από το internet και στο υλικό και τα συστήματα λογισμικού στα Κέντρα Αποθήκευσης Δεδομένων (Data Centers) που παρέχουν τις υπηρεσίες αυτές.
- Οι ίδιες οι υπηρεσίες εδώ και καιρό αναφέρονται σαν Λογισμικό σαν Υπηρεσία (Software as a Service – SaaS).
- Το υλικό και το λογισμικό ενός Κέντρου Αποθήκευσης Δεδομένων είναι αυτό που ονομάζουμε Νέφος (Cloud).

Τι είναι Cloud; (2)

- Όταν ένα νέφος γίνεται διαθέσιμο στο ευρύ κοινό με ένα τρόπο πληρωμής με βάση τη χρήση λέγεται Δημόσιο Νέφος (Public Cloud) και η υπηρεσία που πωλείται ονομάζεται Utility Computing.
- Ο όρος Ιδιωτικό Νέφος (Private Cloud) αναφέρεται σε εσωτερικά Data Centers μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού που δεν είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό.
- Άρα ο υπολογισμός σε νέφος είναι το άθροισμα του SaaS και του Utility Computing, αλλά δεν περιλαμβάνει ιδιωτικά νέφη. Οι άνθρωποι μπορεί να είναι είτε χρήστες ή πάροχοι των SaaS είτε χρήστες ή πάροχοι μιας Utility Computing.

Τα νέα στοιχεία στον υπολογισμό νέφους

- Η αίσθηση των άπειρων υπολογιστικών πόρων
- Ο περιορισμός μιας από πάνω προς τα κάτω δέσμησης των χρηστών του νέφους
- Η δυνατότητα να πληρώνεις για τους υπολογιστικούς πόρους σε βραχυπρόθεσμη βάση αναλόγως των αναγκών και απελευθέρωσή τους σύμφωνα με τις ανάγκες

Παράγοντες Χαμηλού Κόστους

- Κατανάλωση ρεύματος,
- Εύρους ζώνης,
- Κόστος λειτουργιών,
- Κόστος λογισμικού και υλικού.
- Όλοι αυτοί οι παράγοντες αν συνδυαστούν οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο υπολογισμός σε νέφος μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες κάτω από το κόστος ενός μεσαίου μεγέθους κέντρου αποθήκευσης δεδομένων φέρνοντας έτσι καλό κέρδος



Τεχνολογίες

- Εικονικοποίηση (Virtualization)
- Αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στην υπηρεσία (service – oriented architecture)
- Υπολογισμός πλέγματος (Grid computing)
- Utility computing

Virtualization

- Τρεις θεμελιώδεις κλάσεις αφαίρεσης είναι απαραίτητες για την περιγραφή της λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος.
 - διερμηνευτές,
 - μνήμη, και
 - σύνδεσμοι επικοινωνίας
- Η φυσική υλοποίηση καθεμιάς από τις τρεις τους μπορεί να ποικίλει σε διάφορα φυσικά χαρακτηριστικά.
- Τα λειτουργικά συστήματα είναι υπεύθυνα για τις φυσικές υλοποιήσεις των τριών παραπάνω κλάσεων.

Virtualization (2)

- Με αυτόν τον τρόπο η διαχείριση των πόρων επηρεάζεται από εσωτερικούς παράγοντες, όπως:
 - η ετερογένεια του υλικού και των συστημάτων λογισμικού,
 - η ικανότητα προσέγγισης της σφαιρικής κατάστασης του συστήματος και η ανακατανομή του φόρτου,
 - ο ρυθμός σφαλμάτων των διαφόρων συστατικών
 - πολλοί άλλοι παράγοντες

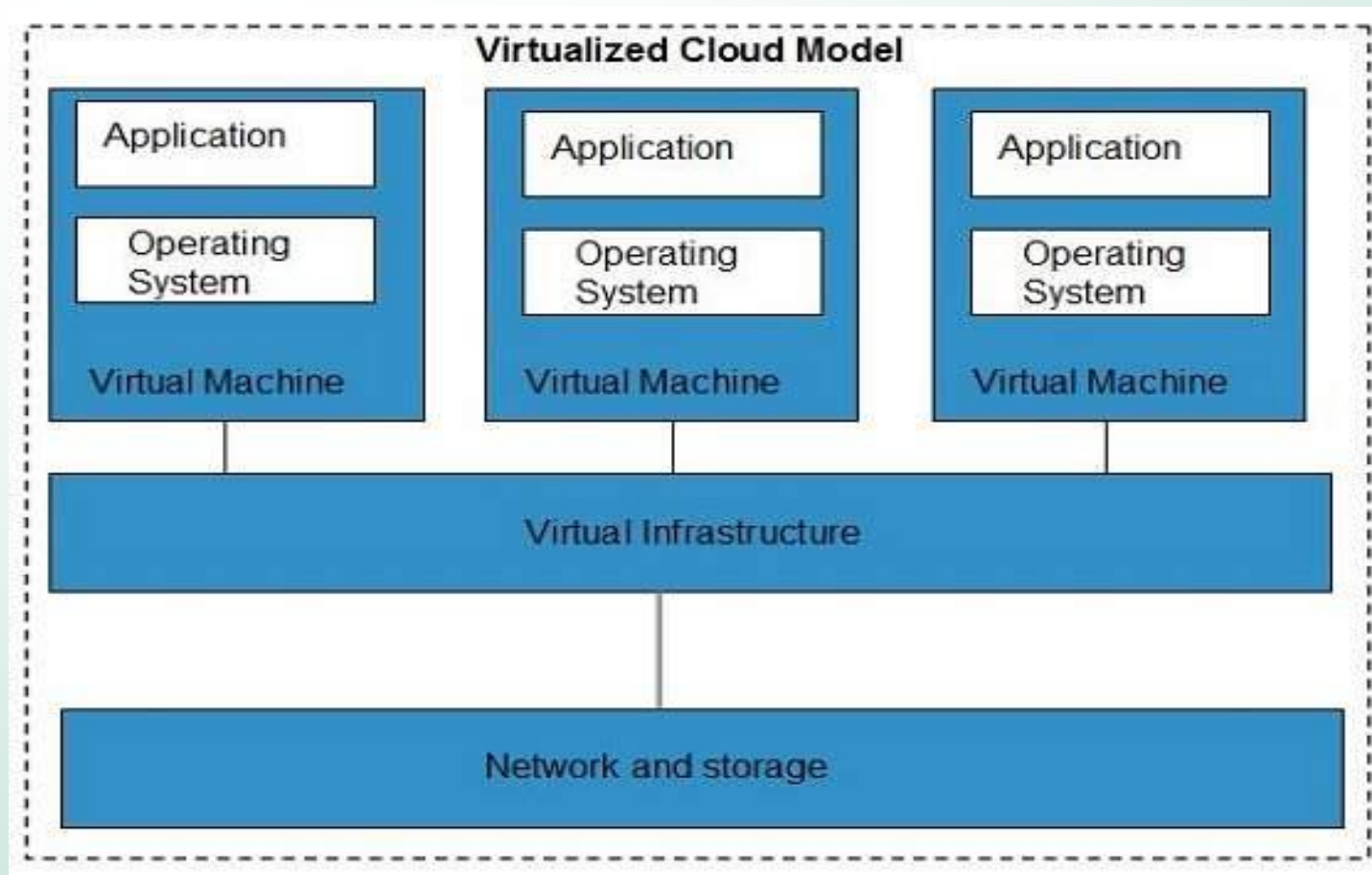
Virtualization (3)

- Η παραδοσιακή λύση για ένα κέντρο αποθήκευσης δεδομένων (data center) είναι η εγκατάσταση λειτουργικών συστημάτων σε αυτόνομα συστήματα και η στήριξη σε τεχνικές λειτουργικών συστημάτων για την επιβεβαίωση της διαμοίρασης πόρων, προστασίας εφαρμογών, και την απομόνωση της απόδοσης.
- Η διαχείριση συστημάτων, η καταγραφή των δραστηριοτήτων, η ασφάλεια και η διαχείριση των πόρων είναι μεγάλες προκλήσεις για τους παρόχους υπηρεσιών.
- Η ανάπτυξη εφαρμογών και η βελτιστοποίηση εφαρμογών είναι μεγάλες προκλήσεις για τους χρήστες.

Virtualization (4)

- Η εναλλακτική λύση είναι η εικονικοποίηση των πόρων.
- Απλοποιεί κάποιες από τις εργασίες διαχείρισης πόρων.
- Επιτρέπει τη διαμοίραση απλών στιγμιότυπων μιας εφαρμογής ή ενός πόρου μεταξύ πολλαπλών οργανισμών ή πελατών.
- Το επιτυγχάνει αναθέτοντας ένα λογικό όνομα σε ένα φυσικό πόρο και παρέχοντας ένα δείκτη προς το φυσικό αυτό πόρο όταν ζητείται.
 - Πχ. η κατάσταση μιας VM που εκτελείται υπό την επίβλεψη ενός VMM μπορεί να αποθηκευτεί και να μετακινηθεί σε άλλον εξυπηρετητή για την εξισορρόπηση του φόρτου. Ταυτόχρονα, επιτρέπει στους χρήστες να λειτουργούν σε περιβάλλοντα τα οποία τους είναι οικεία.

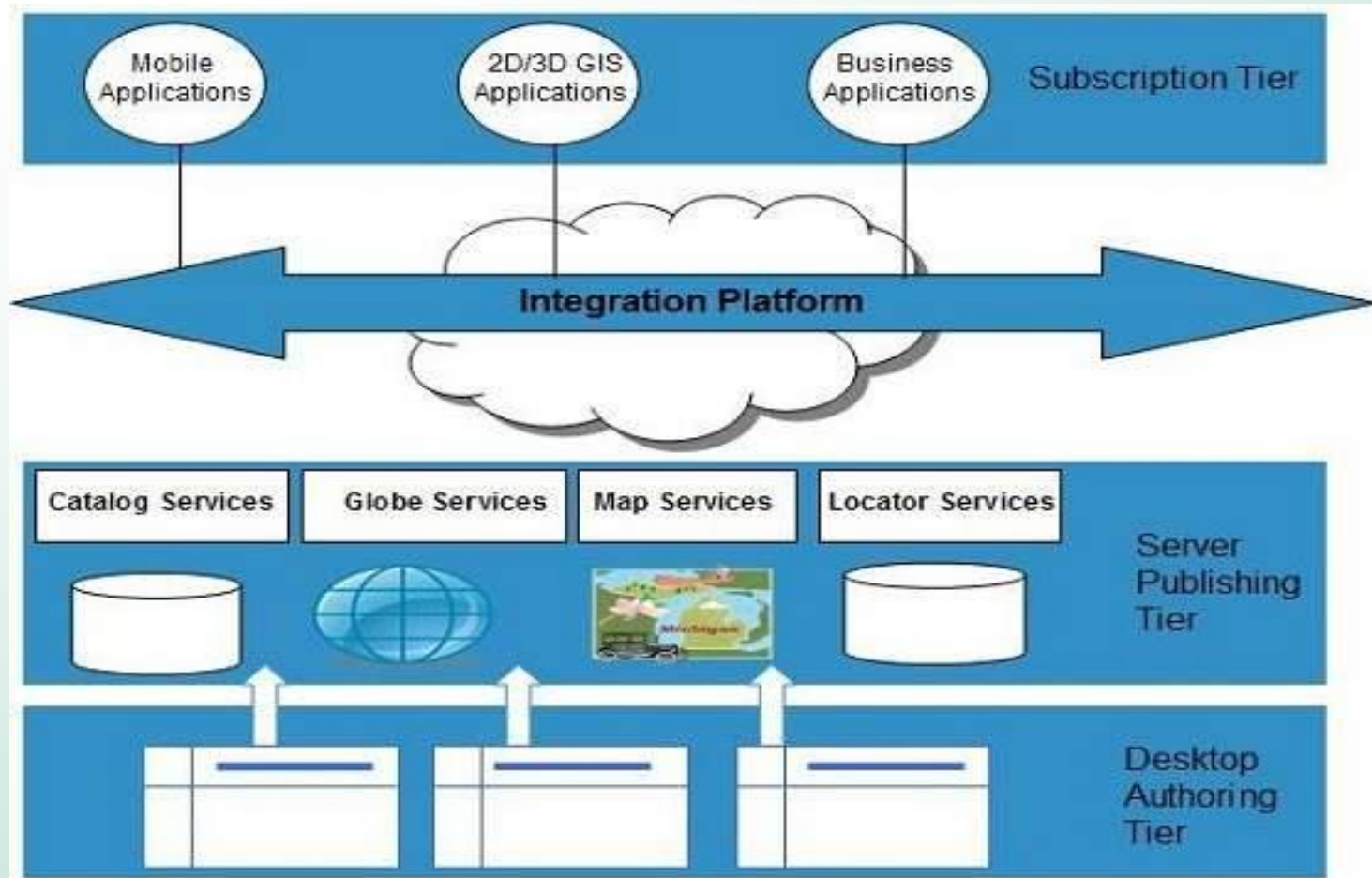
Virtualization (5)



Virtualization (6)

- Η εικονικοποίηση προσομοιώνει τη διεπαφή με τα φυσικά αντικείμενα με έναν από τους παρακάτω τρόπους:
 - Πολύπλεξη. Δημιουργία πολλαπλών εικονικών αντικειμένων ενός στιγμιοτύπου φυσικού αντικειμένου. Π.χ., ένας επεξεργαστής πολυπλέκεται ανάμεσα σε ένα αριθμό διεργασιών ή νημάτων.
 - Συσσωμάτωση. Δημιουργία ενός εικονικού αντικειμένου από πολλαπλά φυσικά αντικείμενα. Π.χ., ένας αριθμός φυσικών δίσκων ενσωματώνονται σε ένα δίσκο τύπου RAID.
 - Εξομοίωση. Κατασκευή ενός εικονικού αντικειμένου από ένα διαφορετικού τύπου φυσικό αντικείμενο. Π.χ., ένας φυσικός δίσκος που εξομοιώνει την τυχαία πρόσβαση μνήμης.
 - Πολύπλεξη και εξομοίωση. Π.χ.: εικονική μνήμη με πολύπλεξη σελιδοποίησης πραγματικής μνήμης και δίσκου, και εικονική διεύθυνση που εξομοιώνει μια πραγματική διεύθυνση.

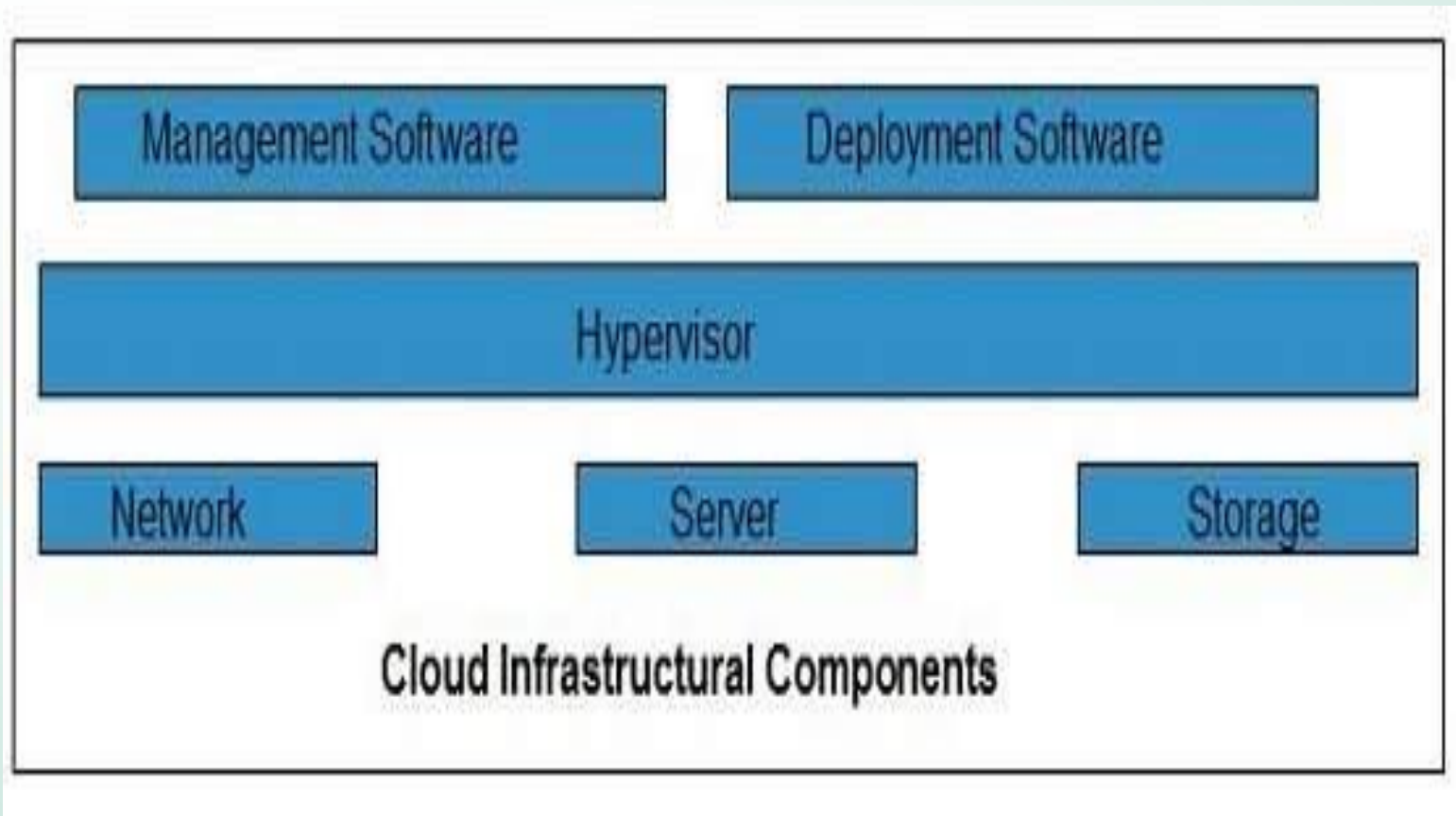
Service – oriented architecture



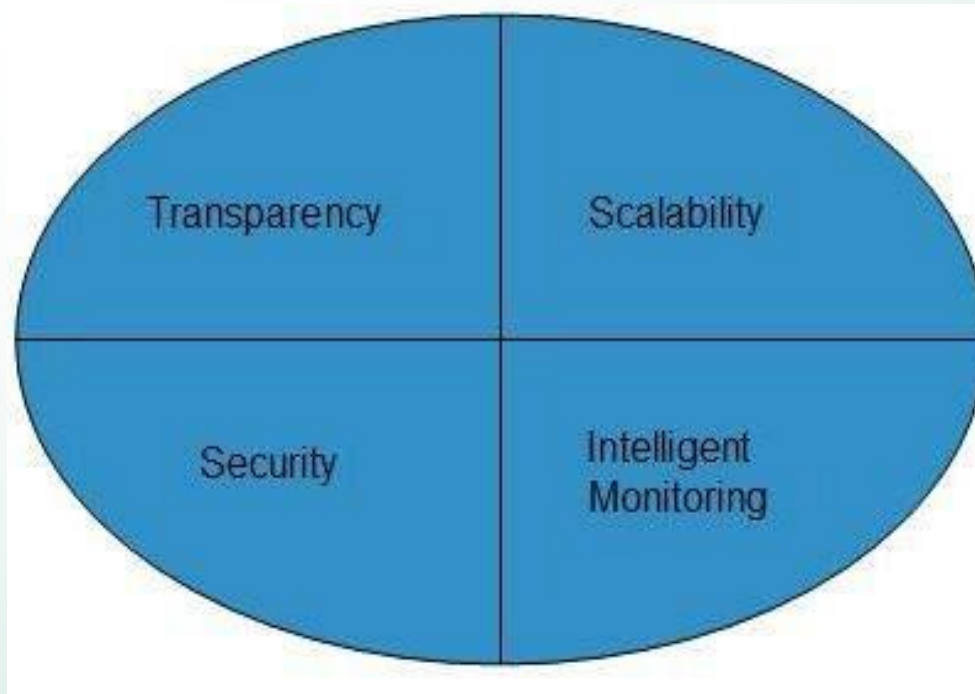
Grid Computing



Υποδομές



Χαρακτηριστικά υποδομών





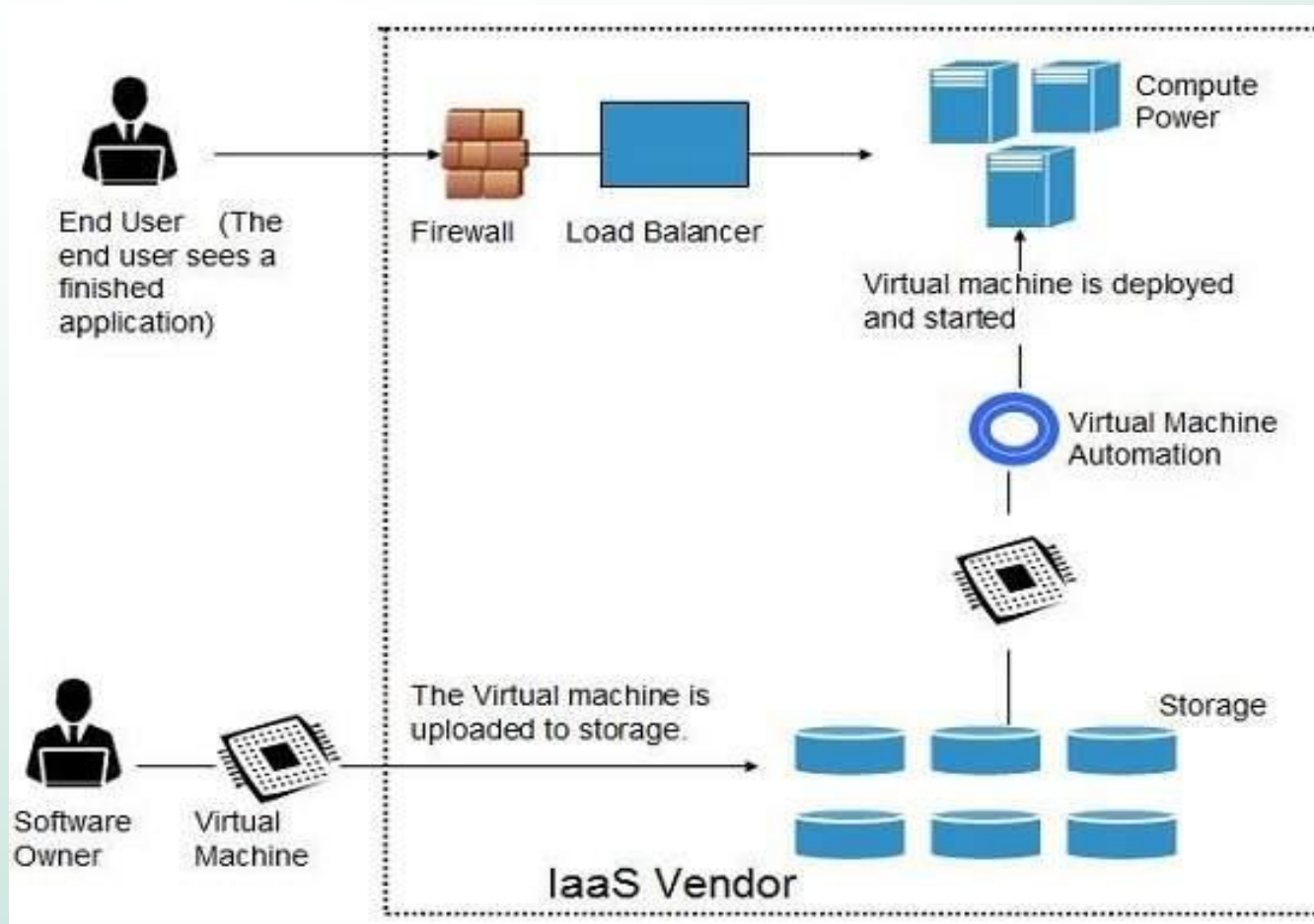
Utility Computing

- Βασίζεται στο μοντέλο pay-per-use.
- Προσφέρει υπολογιστικούς πόρους κατ' απαίτηση.

Μοντέλα Υπηρεσιών

- Infrastructure as a Service (IaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Software as a Service (SaaS)
- Identity as a Service (IDaaS)
- Network as a Service (NaaS)

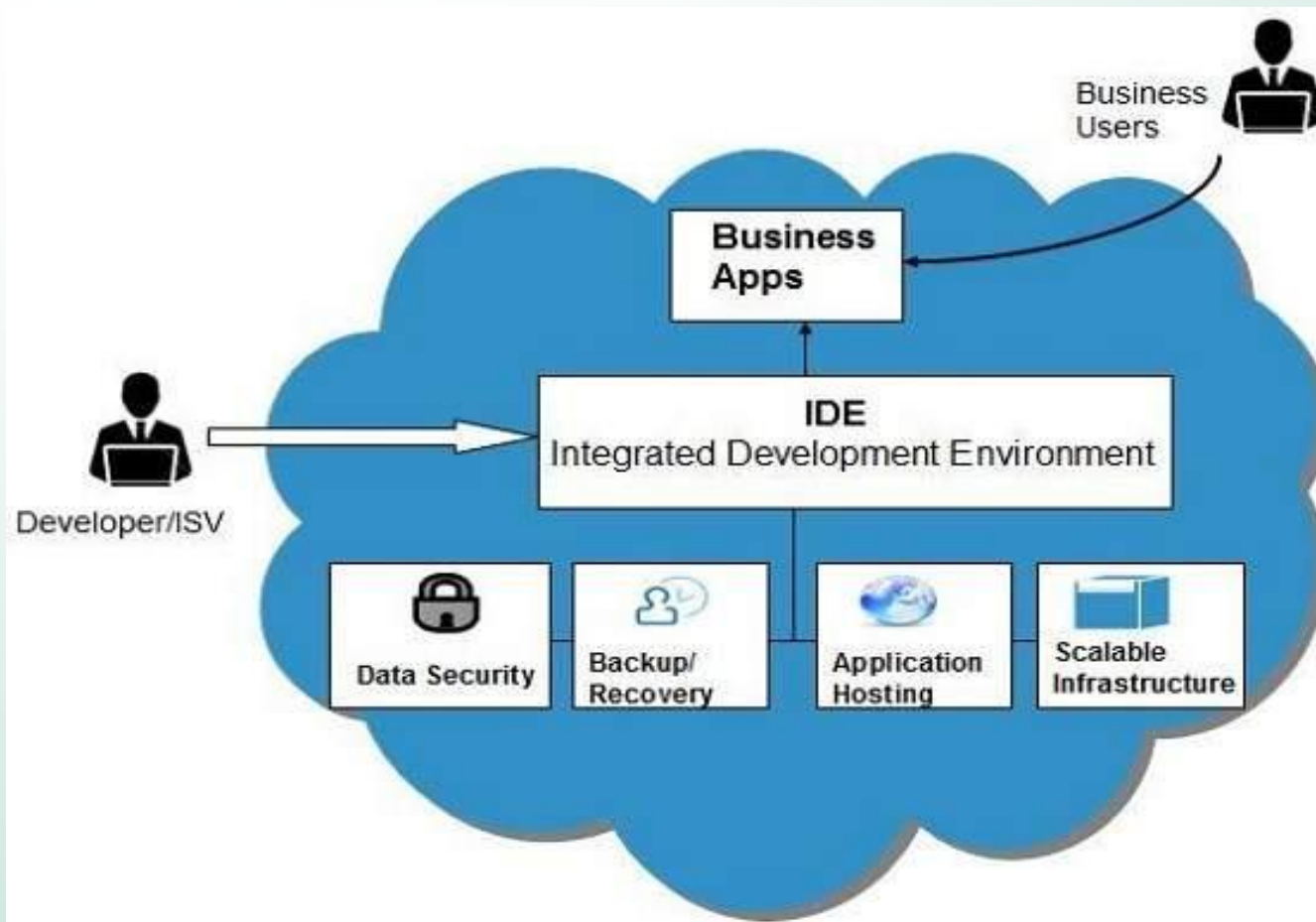
Infrastructure as a Service



Infrastructure as a Service - Ωφέλη

- Πλήρης έλεγχος των υπολογιστικών πόρων διαμέσου πρόσβασης διαχειριστή στις VMs.
- Ευέλικτη και αποδοτική ενοικίαση υλικού
- Φορητότητα, διαλειτουργικότητα.

Platform as a Service



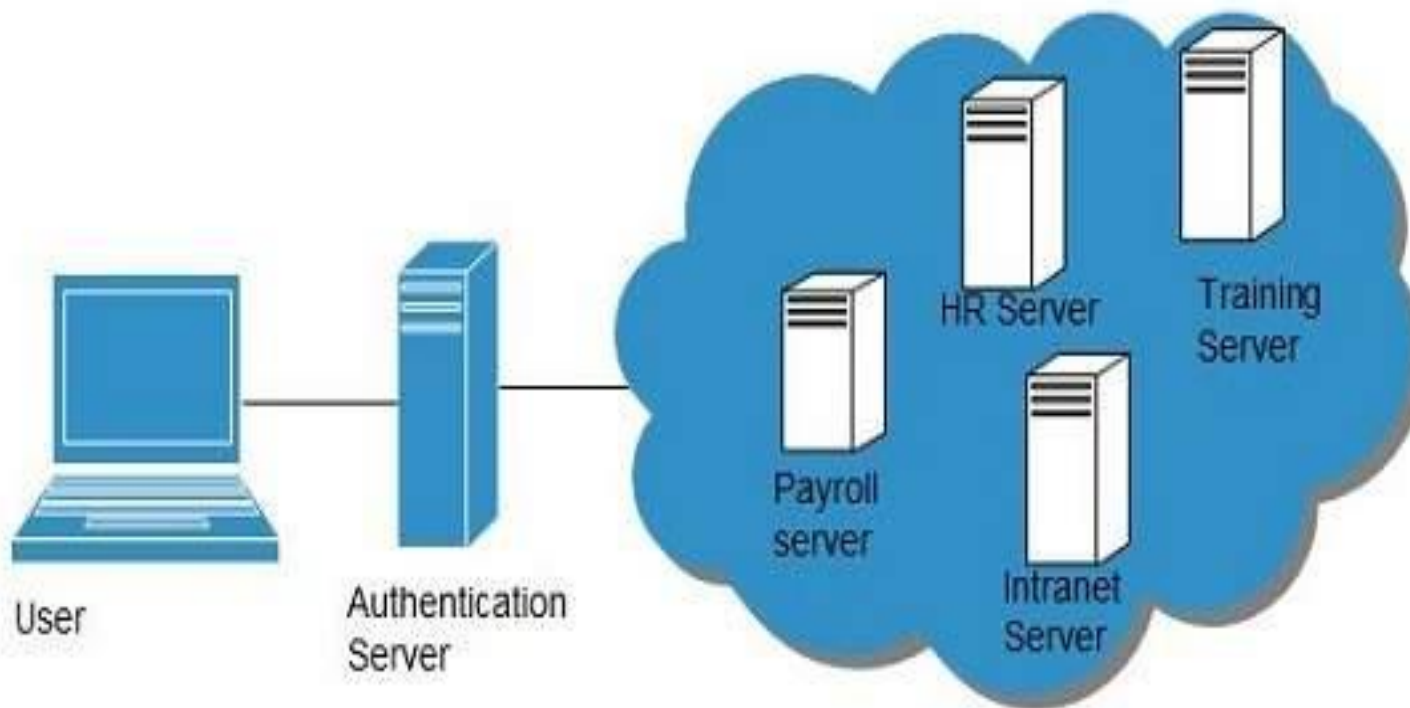
Platform as a Service - Ωφέλη

- Μικρό διαχειριστικό κόστος
- Μικρότερο κόστος κατοχής πόρων με δέσμευση πόρων χαμηλότερου κόστους
- Κλιμάκωση δέσμευσης των πόρων
- Διατήρηση με ευθύνη του παρόχου, των διαφόρων εκδόσεων λογισμικού
- Μειονέκτημα: Εξάρτηση από τον πάροχο

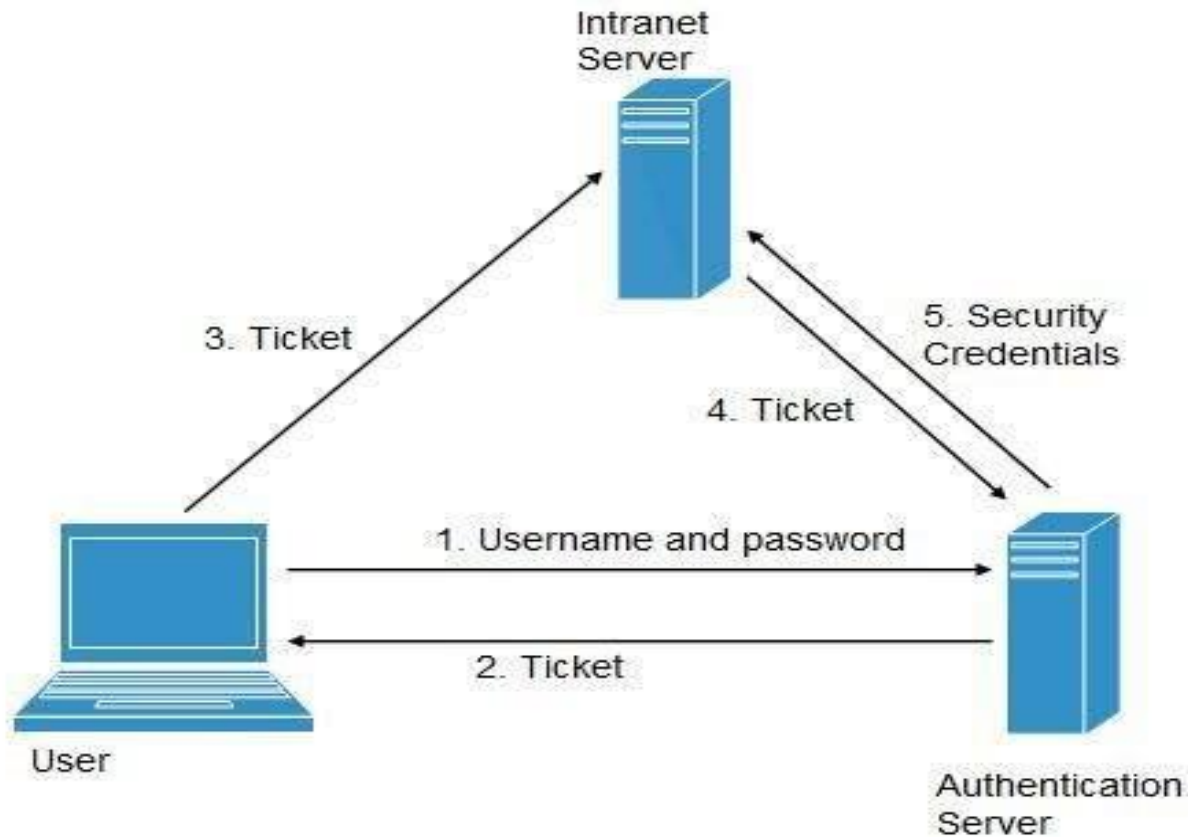
Λογισμικό σαν Υπηρεσία (Software as a Service – SaaS)

- Εκτός του να είναι ένα μοντέλο διανομής εφαρμογών είναι και ένα επιχειρησιακό μοντέλο.
- Επιτρέπει σε ένα πελάτη να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή με ένα τύπο πληρωμής pay-as-you-go και περιορίζει την ανάγκη για εγκατάσταση και εκτέλεση της εφαρμογής στη μεριά του υλικού του πελάτη.
- Είναι συνήθως συνδρομητικό και η απαιτούμενη υποστήριξη, συντήρηση και αναβάθμιση αφήνεται στη μεριά του κατασκευαστή σαν κομμάτι του λογισμικού. Οι δυνατότητες προσαρμογής της εφαρμογής, εάν υπάρχουν, παρέχονται σε όλους τους πελάτες με συνεπή τρόπο

Identity as a Service



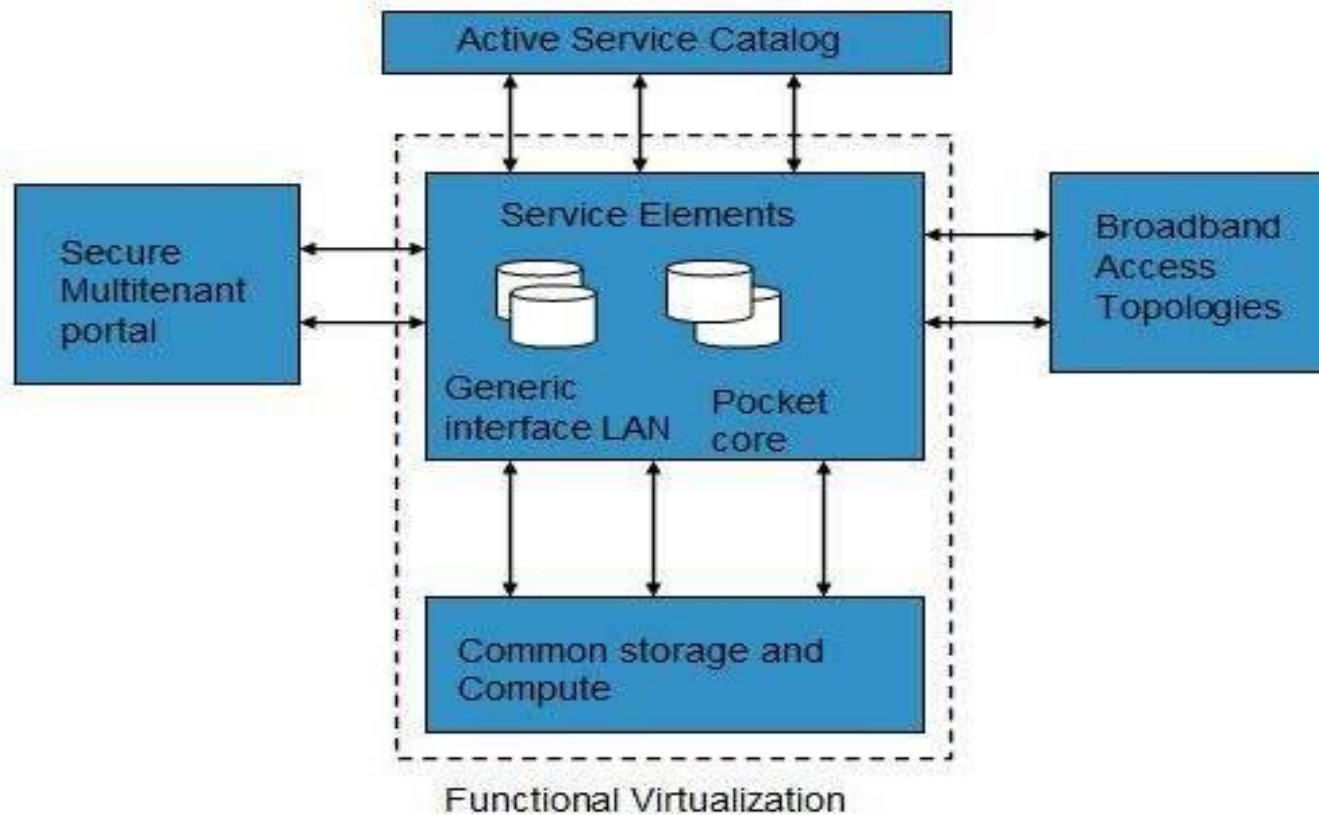
Identity as a Service – Single Sign On



Network as a Service

- Επιτρέπει την απ' ευθείας και ασφαλή πρόσβαση σε δικτυακές υποδομές.
- Ο πάροχος συντηρεί και διαχειρίζεται τους πόρους του δικτύου.
- Κάνει δυνατή την ανάπτυξη πρωτοκόλλων δρομολόγησης ανά πελάτη.
- Παρέχει το δίκτυο σαν utility computing με πληρωμή.
- Ο πελάτης αφού κάνει login, μπορεί να ρυθμίσει το δρομολόγιο.
- Μπορεί να κλείσει την χωρητικότητα οποιαδήποτε στιγμή.

Network as a Service - Mobile NaaS

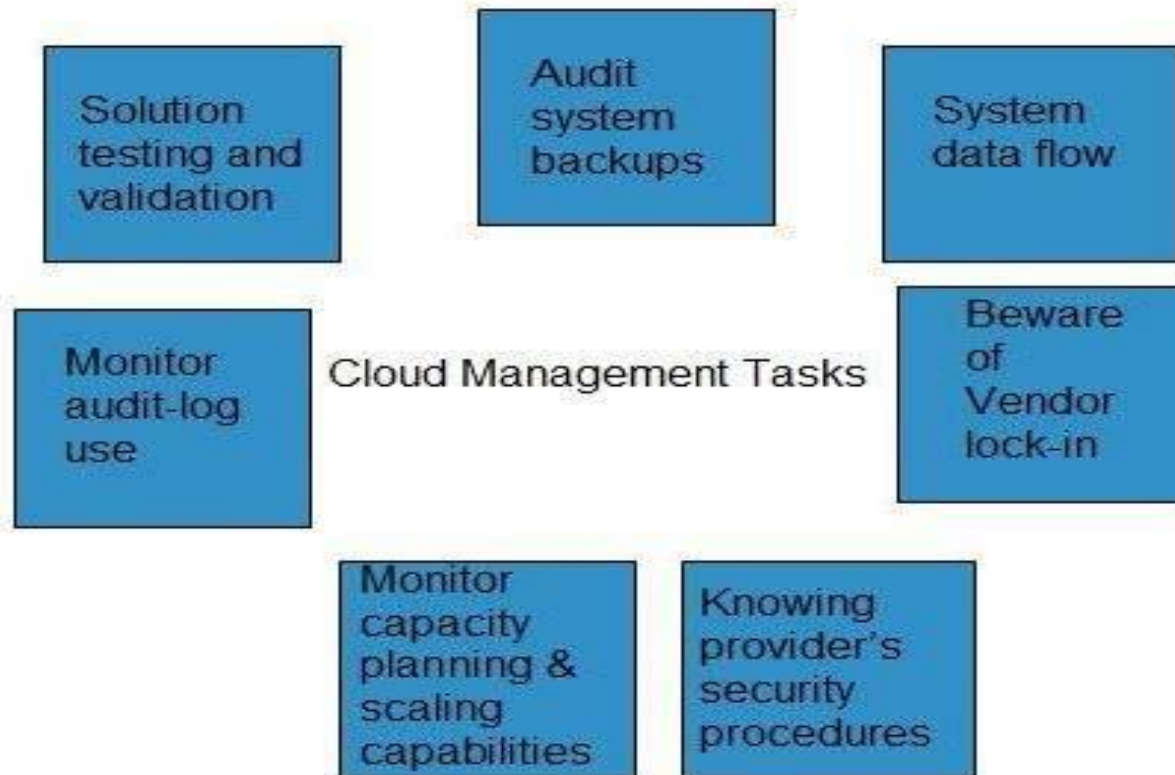


Network as a Service - Mobile

NaaS - Ωφέλη

- Ανεξαρτησία
- Πληρωμή για δίκτυο υψηλής χωρητικότητας κατ' απαίτηση
- Ελαστικότητα
- Προστασία για εφαρμογές με ευαίσθητα δεδομένα
- Ευκολία εγκατάστασης νέων υπηρεσιών
- Πληθώρα υποστηρικτικών μοντέλων για μείωση λειτουργικού κόστους.
- Απομόνωση «κυκλοφορίας» για κάθε πελάτη

Διαχείριση



Διαχείριση (2)

- Σύστημα παρακολούθησης αντιγράφων
 - Αντίγραφα αρχείων από την εταιρία.
 - Αντίγραφα αρχείων που παίρνονται από τον πάροχο.
- Ροή δεδομένων στο σύστημα.
- Εξάρτηση από κατασκευαστή και λύσεις.
- Γνώση των διαδικασιών ασφαλείας του παρόχου.
- Παρακολούθηση πλάνου χωρητικότητας και δυνατότητες κλιμάκωσης.
- Ταυτοποίηση σφαλμάτων στο σύστημα.
- Έλεγχος λύσεων και επιβεβαίωση.

Αποθήκευση δεδομένων

- Είναι μια υπηρεσία που επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων που ζητούν οι διάφορες εφαρμογές σε ένα σύστημα αποθήκευσης εκτός του site του πελάτη, που το διαχειρίζεται μια τρίτη οντότητα (third party) και είναι προσβάσιμο μέσω ενός API υπηρεσιών ιστού.
- Κινητές συσκευές με περιορισμένες δυνατότητες ισχύος και τοπικής αποθήκευσης μπορούν να αποθηκεύουν αρχεία ήχου και video στο νέφος.
- Έτσι τα νέφη παρέχουν ένα ιδανικό περιβάλλον για διανομή πολυμεσικού περιεχομένου.

Αποθήκευση δεδομένων (2)

- Αποθήκευση και επεξεργασία στο νέφος είναι έννοιες αλληλένδετες.
- Είναι απαραίτητη χρήση προχωρημένων στρατηγικών για τη μείωση του χρόνου πρόσβασης και την υποστήριξη της πρόσβασης σε πραγματικό χρόνο σε πολυμέσα για την ικανοποίηση των απαιτήσεων διανομής περιεχομένου.
- Από την άλλη, οι περισσότερες εφαρμογές νέφους επεξεργάζονται τεράστια μεγέθη δεδομένων.
- Οι στρατηγικές για την αποδοτική δημιουργία αντιγράφων δεδομένων και διαχείρισης αποθηκευτικού χώρου είναι πολύ κρίσιμες.

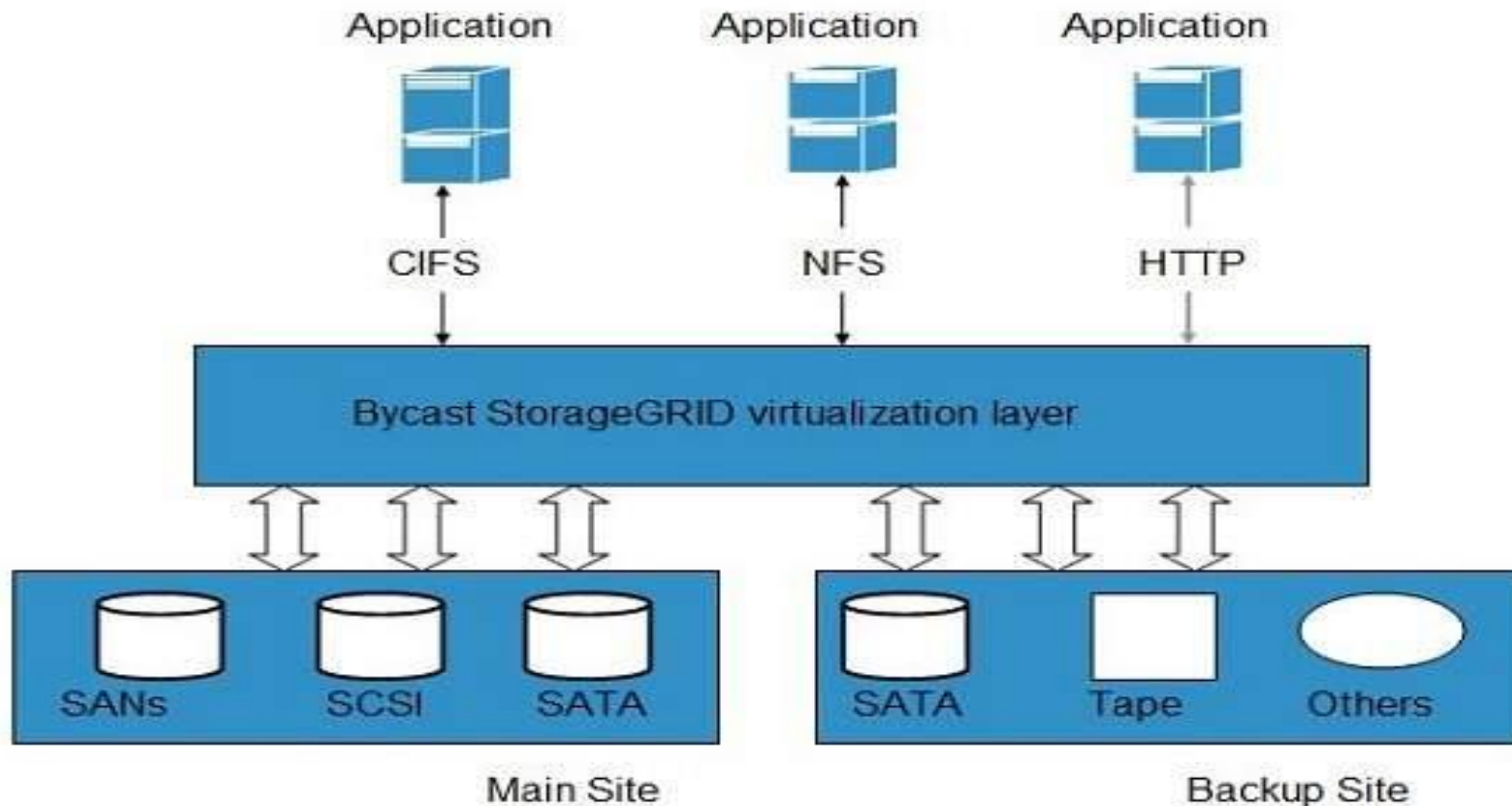
Αποθήκευση δεδομένων (3)

- Ο όρος «μεγάλα δεδομένα (big data)» αντανακλά το γεγονός ότι πολλές εφαρμογές χρησιμοποιούν σύνολα δεδομένων που είναι τόσο μεγάλα που δεν μπορούν να τα αποθηκεύσουν ούτε να τα επεξεργαστούν οι τοπικές συσκευές με τους πόρους που διαθέτουν.
- Εφαρμογές διαφόρων επιστημονικών πεδίων, όπως γονιδιωματική, ανατομική βιολογία, φυσική υψηλής ενέργειας, αστρονομία, μετεωρολογία, μελέτη περιβάλλοντος, εκτελούν περίπλοκες αναλύσεις συνόλων δεδομένων, πολύ συχνά της τάξης των terabytes.

Αποθήκευση δεδομένων (4)

- Συσκευές αποθήκευσης
 - Block storage devices
 - File storage devices
- Κατηγορίες αποθήκευσης σε νέφος
 - Χωρίς διαχείριση από τον πελάτη
 - Με διαχείριση από τον πελάτη

Αποθήκευση δεδομένων (5) – Σύστημα αποθήκευσης



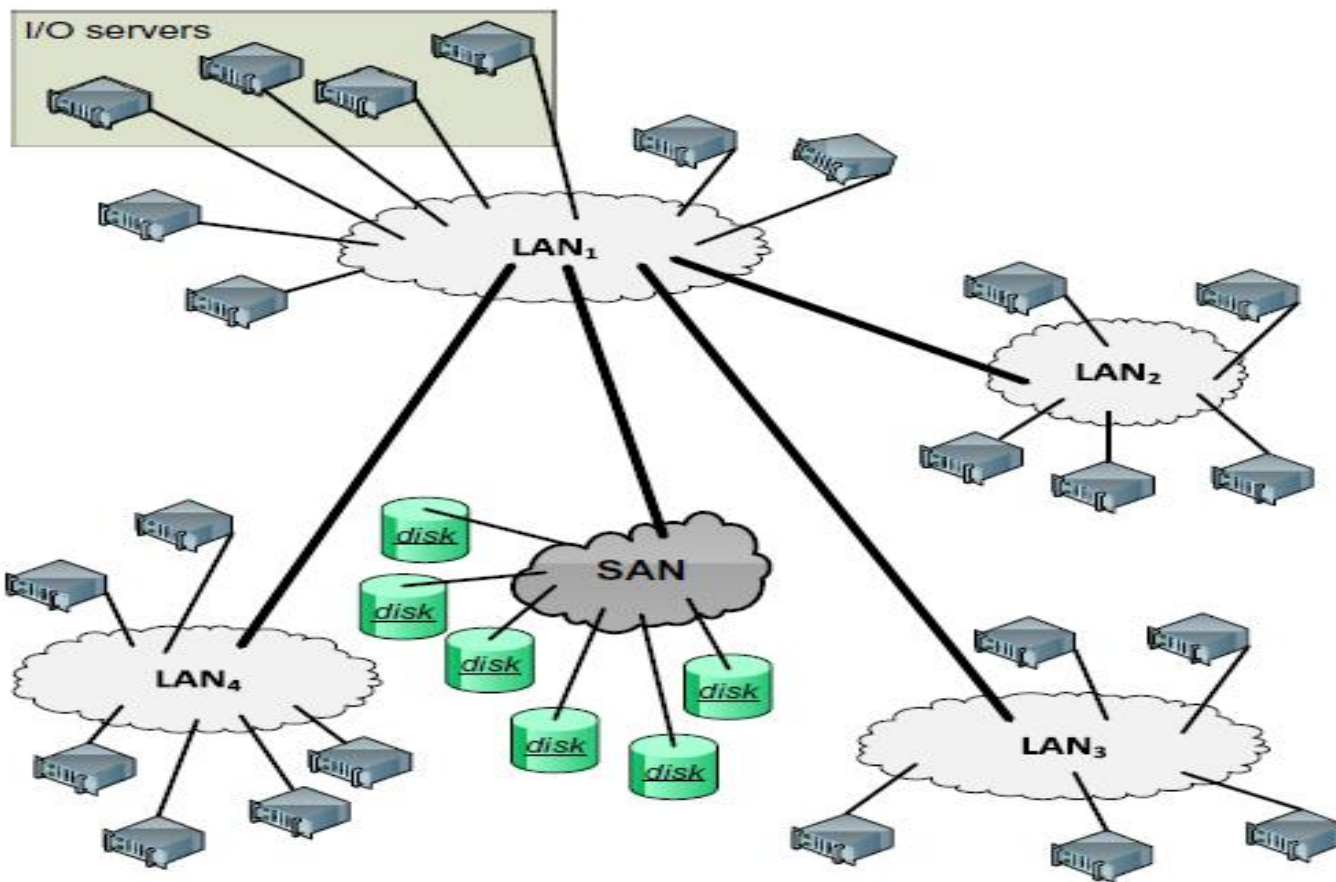
Αποθήκευση δεδομένων (6) – Storage Area Networks

- Η πρόοδος στην δικτυακή τεχνολογία επιτρέπει τον διαχωρισμό των συστημάτων αποθήκευσης από τους εξυπηρετητές υπολογισμών.
- Τα δύο αυτά μέρη μπορούν να διασυνδεθούν μέσω ενός Δικτύου Περιοχής Αποθήκευσης (Storage Area Network – SAN).
- Τα SAN προσφέρουν πρόσθετη ευελιξία και επιτρέπουν στους εξυπηρετητές του νέφους να αντιμετωπίζουν μη άτακτες αλλαγές στη διαμόρφωση της αποθήκευσης.

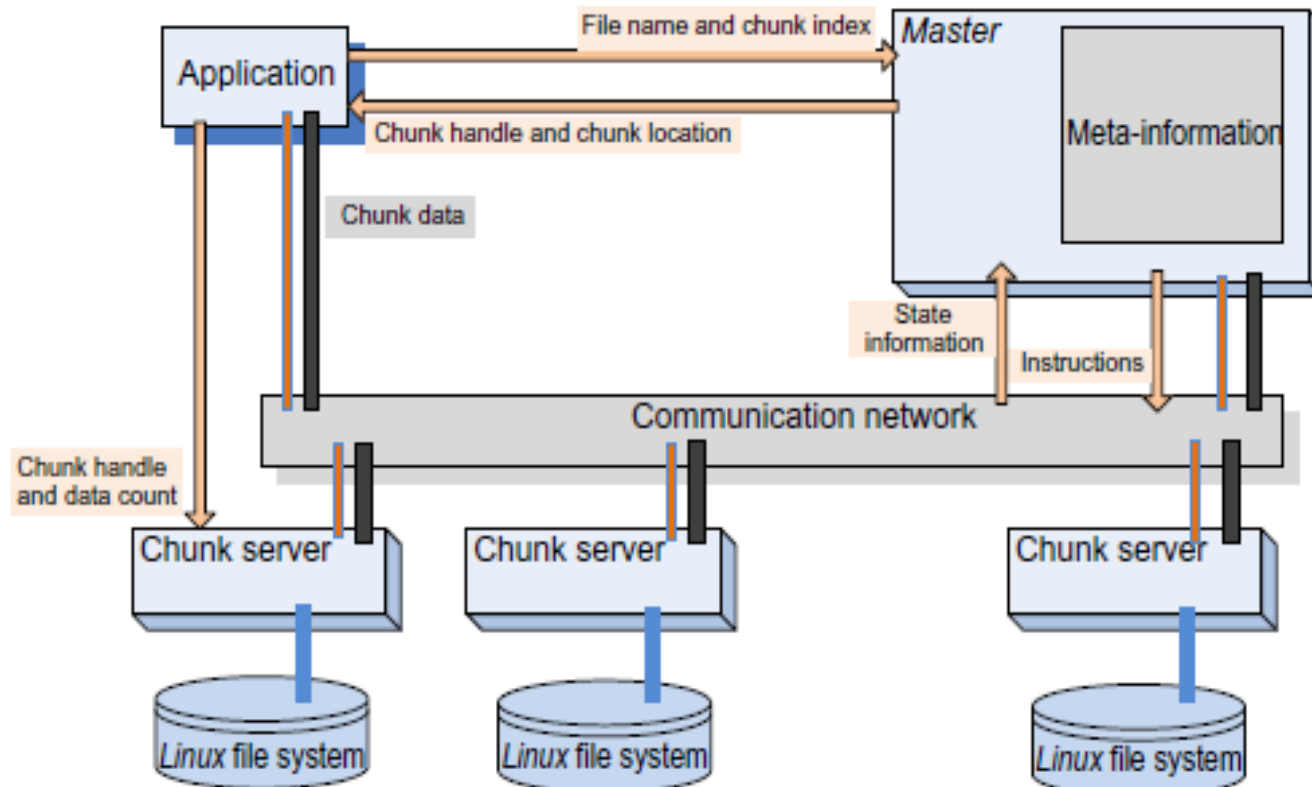
Αποθήκευση δεδομένων (7)

- Επιπλέον, η αποθήκευση σε SAN μπορεί να ενοποιηθεί και να εκχωρηθεί με βάση τις ανάγκες των εξυπηρετητών.
- Η ενοποίηση αυτή απαιτεί πρόσθετη υποστήριξη σε λογισμικό και υλικό και είναι ένα ακόμη πλεονέκτημα του κεντροποιημένου συστήματος αποθήκευσης.

Αποθήκευση δεδομένων (8) – Παράλληλα Συστήματα Αρχείων



Αποθήκευση δεδομένων (9) – Google File System



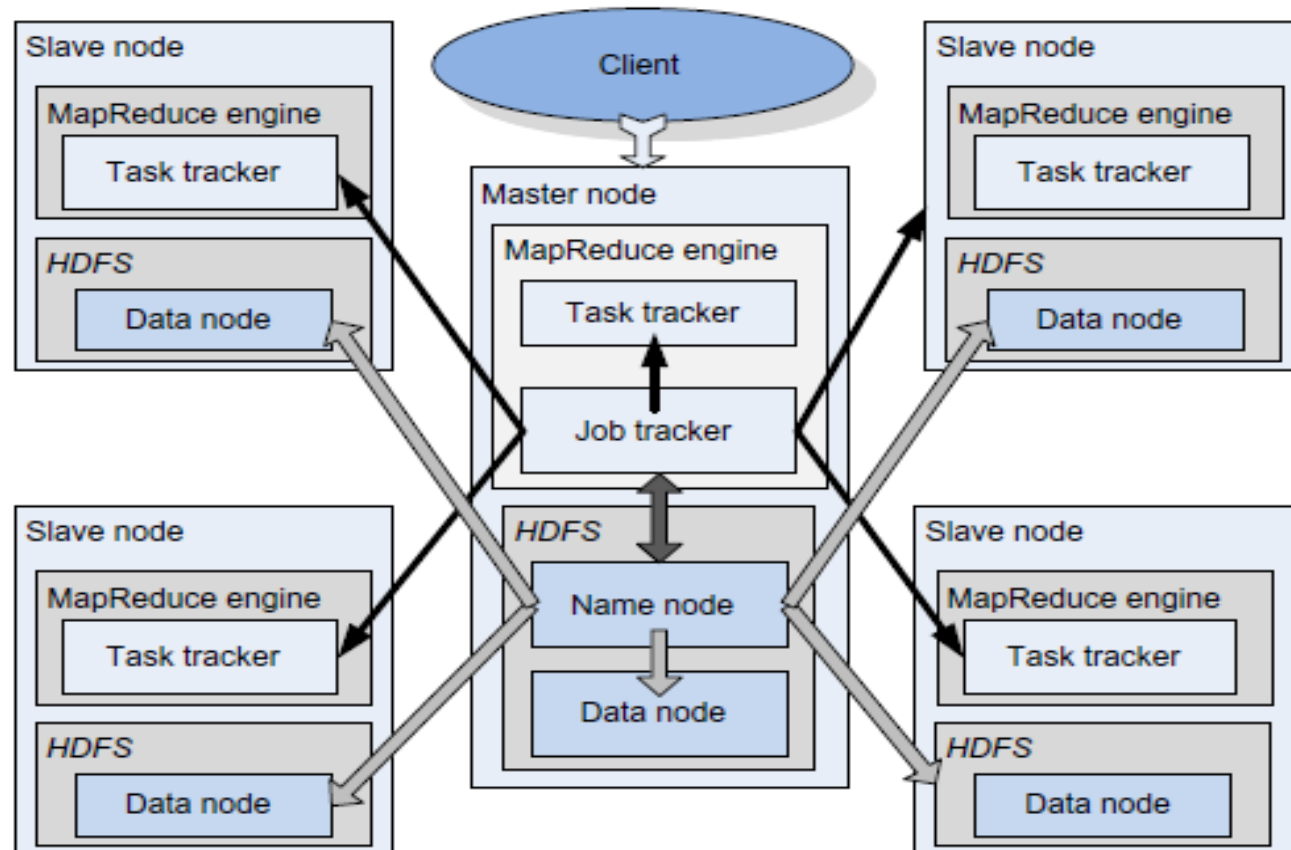
Αποθήκευση δεδομένων (10) – Apache Hadoop

- Μια μεγάλη γκάμα εφαρμογών που διαθέτουν ευαίσθητα δεδομένα όπως εφαρμογές για ανάλυση αγορών, επεξεργασία εικόνας, εκμάθηση μηχανών και web crawling χρησιμοποιούν το Apache Hadoop.
- Είναι ανοικτού κώδικα βασισμένο σε Java.
- Υποστηρίζει κατανεμημένες εφαρμογές που χειρίζονται εξαιρετικά μεγάλους όγκους δεδομένων.
- Εταιρείες που το χρησιμοποιούν: Apple, IBM, HP, Microsoft, Yahoo! και Amazon, ειδησιογραφικές εταιρείες όπως: New York Times και Fox, κοινωνικά δίκτυα όπως: Twitter, Facebook και LinkedIn

Αποθήκευση δεδομένων (11) – Apache Hadoop (2)

- Έχει δύο συστατικά, μια μηχανή MapReduce και μια Β.Δ.
- Η βάση δεδομένων θα μπορούσε να είναι το Hadoop File System (HDFS) ή το Amazon S3, ή το CloudStore (μια υλοποίηση του Google File System).
- Το HDFS είναι ένα κατανεμημένο σύστημα αρχείων γραμμένο σε Java, είναι φορητό, αλλά δεν μπορεί να προσαρτηθεί απ' ευθείας σε ένα υπάρχον λειτουργικό σύστημα.
- Το HDFS δεν είναι πλήρως συμβατό με το POSIX, αλλά είναι υψηλής απόδοσης.
- Το HDFS δημιουργεί αντίγραφα δεδομένων σε πολλούς κόμβους. Η προεκχωρημένη τιμή είναι για τρία αντίγραφα.

Αποθήκευση δεδομένων (12) – Apache Hadoop (3)



Hypervisor

- Το φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα εκτελείται υπό τον έλεγχο του hypervisor, αντί απ' ευθείας πάνω από το υλικό.
- Ο hypervisor εκτελείται σε τρόπο λειτουργίας συστήματος, ενώ το φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα εκτελείται σε τρόπο λειτουργίας χρήστη.
- Επιτρέπει αρκετά λειτουργικά συστήματα να εκτελούνται ταυτόχρονα σε μία πλατφόρμα υλικού. Ταυτόχρονα εξασφαλίζει την απομόνωση μεταξύ αυτών των συστημάτων αυξάνοντας την ασφάλεια.
- Ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο το φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα διαχειρίζεται τους πόρους του υλικού.

Hypervisor (2)

— Επιτρέπει:

- Πολλαπλές υπηρεσίες να διαμοιράζονται την ίδια πλατφόρμα.
- Τη μετακίνηση εξυπηρετητή από μία πλατφόρμα σε μία άλλη, γνωστή σαν μετακίνηση σε πραγματικό χρόνο.
- Τροποποίηση του συστήματος ενώ διατηρεί προς τα πίσω συμβατότητα με το αυθεντικό σύστημα.

— Όταν ένα φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα προσπαθεί να εκτελέσει μια εντολή που απαιτεί προνόμια, ο hypervisor δημιουργεί μια trap για τη λειτουργία αυτή και εφαρμόζει τους κανόνες ορθότητας και ασφάλειας της λειτουργίας.

Hypervisor (3)

- Την ίδια στιγμή παρακολουθεί την απόδοση του συστήματος και αναλαμβάνει μια διορθωτική δράση προκειμένου να αποφευχθεί πτώση της απόδοσης.
 - Για παράδειγμα, ο hypervisor μπορεί να θέσει εκτός συστήματος μια εικονική μηχανή για την αποφυγή του λυγισμού.
- Μια εικονική μηχανή εικονικοποιεί την ΚΜΕ και τη μνήμη.
- Ο hypervisor διατηρεί ένα κρυφό πίνακα σελίδων για κάθε guest OS και δημιουργεί αντίγραφο για κάθε τροποποίηση από το guest OS στο δικό του κρυφό πίνακα σελίδων. Αυτός ο κρυφός πίνακας σελίδων δείχνει στα πραγματικά πλαίσια των σελίδων και χρησιμοποιείται από την MMU για δυναμική μετάφραση διευθύνσεων.

Hypervisor (4)

- Η εικονικοποίηση της μνήμης έχει σημαντική επίδραση στην απόδοση.
- Το VMware αποφεύγει τον διπλασιασμό των σελίδων μεταξύ διαφορετικών VMs, διατηρεί μόνο ένα αντίγραφο μιας διαμοιρασμένης σελίδας και χρησιμοποιεί την πολιτική αντιγραφής κατά την εγγραφή (copy on write).
- Το Xen θέτει πλήρη απομόνωση μιας εικονικής μηχανής και δεν επιτρέπει διαμοίραση σελίδων.
- Οι hypervisors ελέγχουν τη διαχείριση εικονικής μνήμης και αποφασίζουν ποιες σελίδες θα δρομολογήσουν εκτός συστήματος (swap out).

Hypervisor (5)

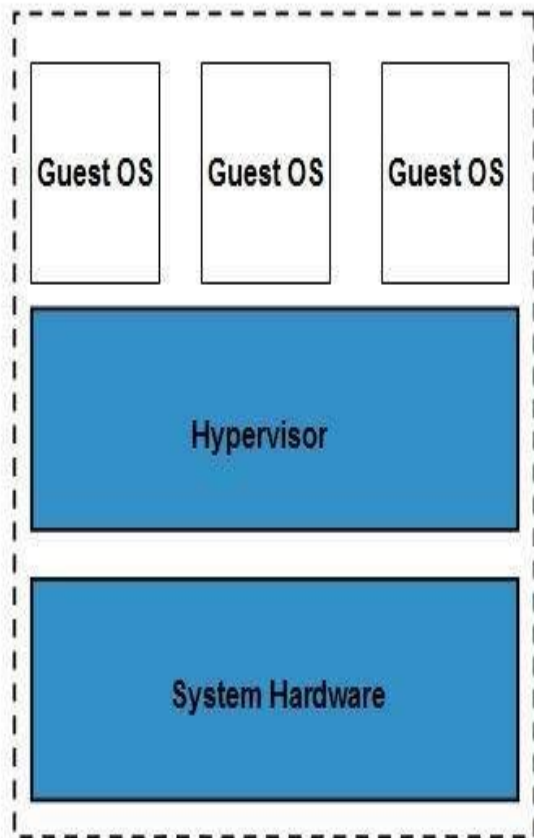
- Υπάρχουν δύο τύποι εικονικών μηχανών:
 - Διεργασίας: είναι μια εικονική πλατφόρμα που δημιουργείται για μια ξεχωριστή διεργασία και καταστρέφεται μόλις η διεργασία τερματίζει.
 - Συστήματος: υποστηρίζει ένα λειτουργικό σύστημα με πολλές διεργασίες χρηστών.
- Εικονικά όλα τα λειτουργικά συστήματα παρέχουν μία εικονική μηχανή διεργασίας για καθεμία από τις εφαρμογές που εκτελούνται.
- Όταν η εικονική μηχανή εκτελείται υπό την επίβλεψη ενός κανονικού λειτουργικού συστήματος και παρέχει φιλοξενία ανεξαρτήτως πλατφόρμας για μια απλή εφαρμογή, έχουμε μια εικονική μηχανή εφαρμογής (π.χ. η Java Virtual Machine – JVM).

Hypervisor (6)

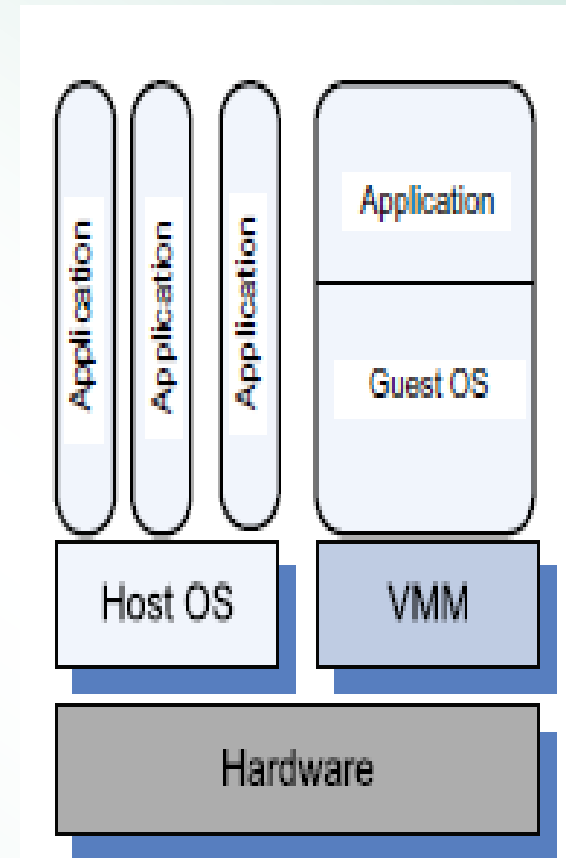
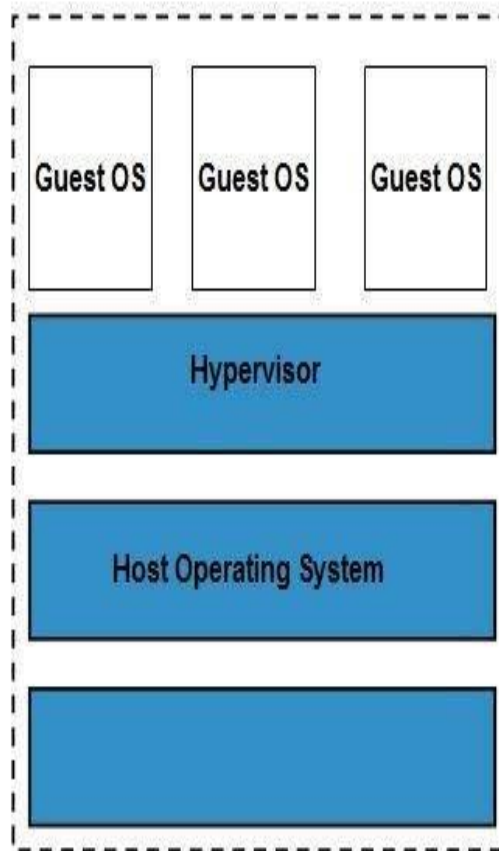
- Η εικονικοποίηση επιπέδου λειτουργικού συστήματος επιτρέπει σε ένα φυσικό εξυπηρετητή να εκτελεί πολλά απομονωμένα στιγμιότυπα λειτουργικού συστήματος, τα οποία υπόκεινται σε αρκετούς περιορισμούς.
- Τα στιγμιότυπα είναι γνωστά σαν containers, εικονικοί ιδιωτικοί εξυπηρετητές (virtual private servers) ή εικονικά περιβάλλοντα (virtual environments).
- Τα συστήματα αυτά υπερέχουν σε απόδοση έναντι των συστημάτων που βασίζονται σε ένα hypervisor όπως το Xen ή το Vmware.

Hypervisor (7) – Τύποι hypervisor

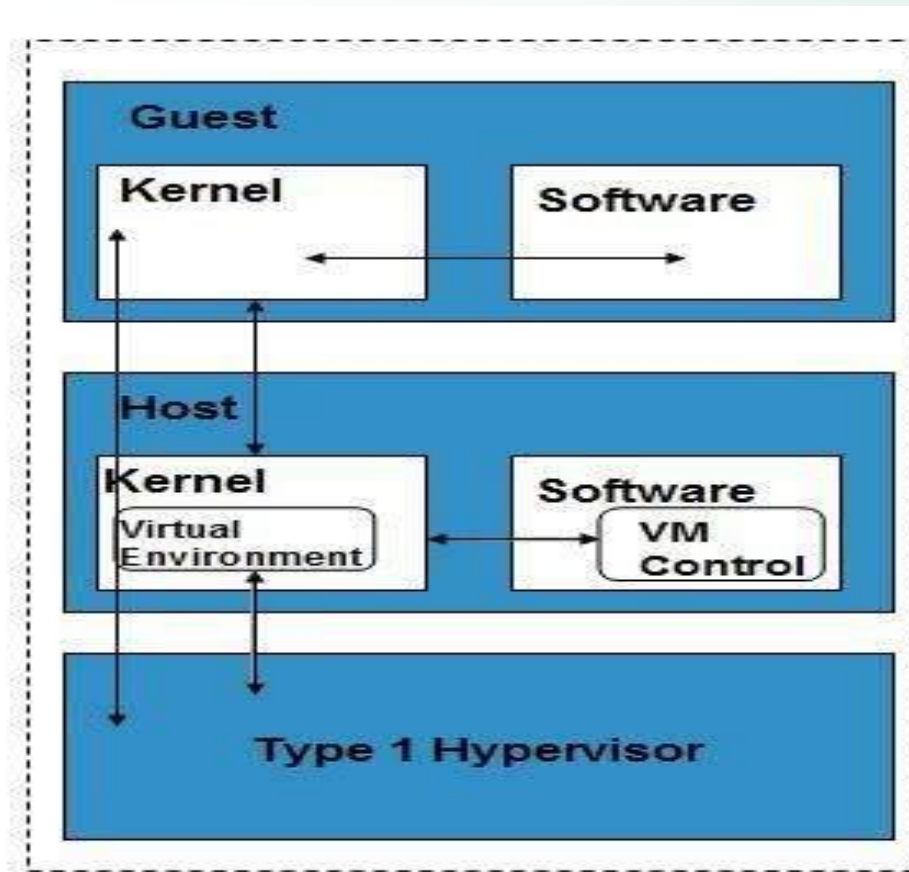
Type 1 Hypervisor



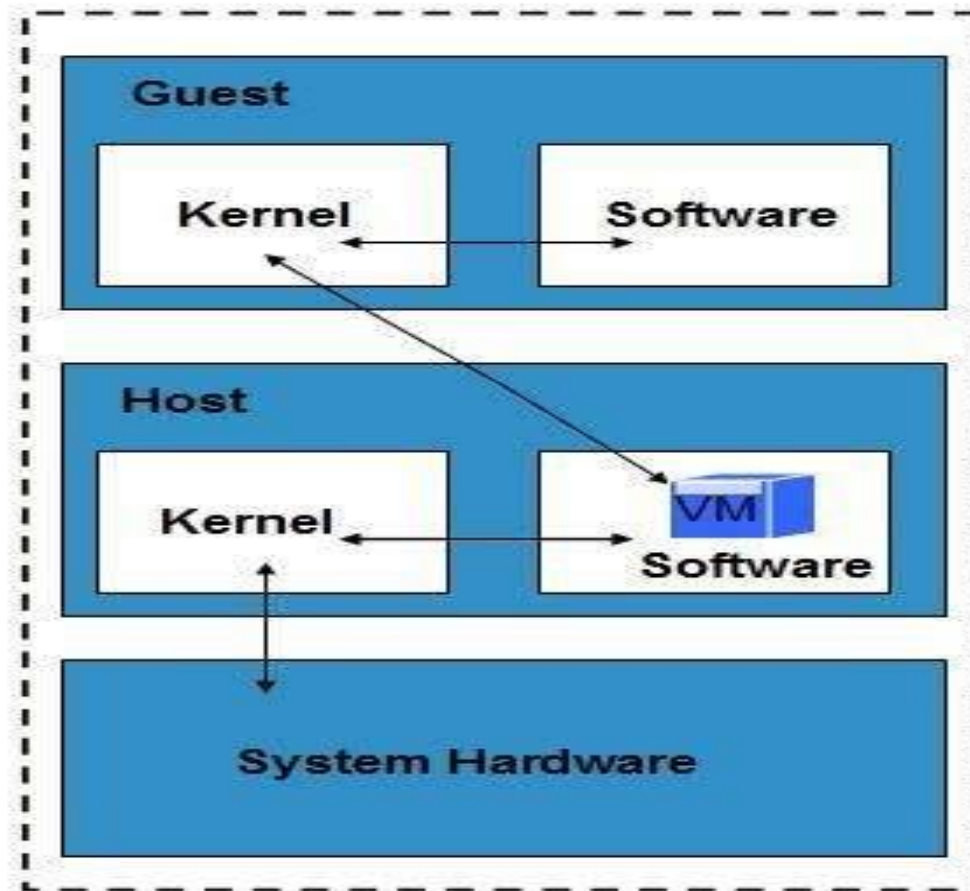
Type 2 Hypervisor



Τύποι εικονικοποίησης - Πλήρης



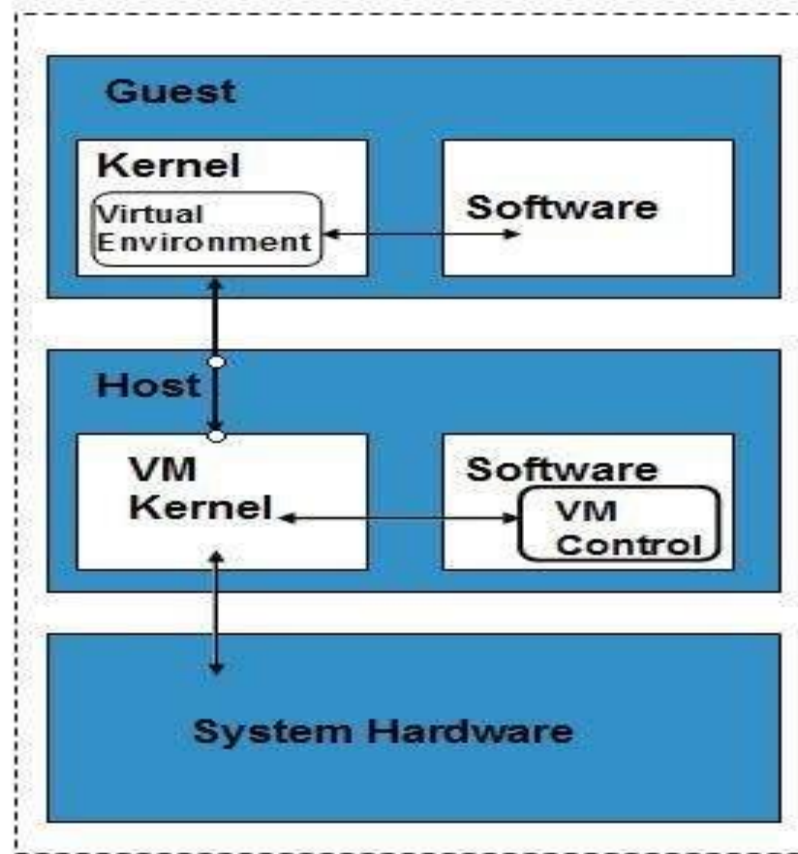
Τύποι εικονικοποίησης – Με εξομοίωση



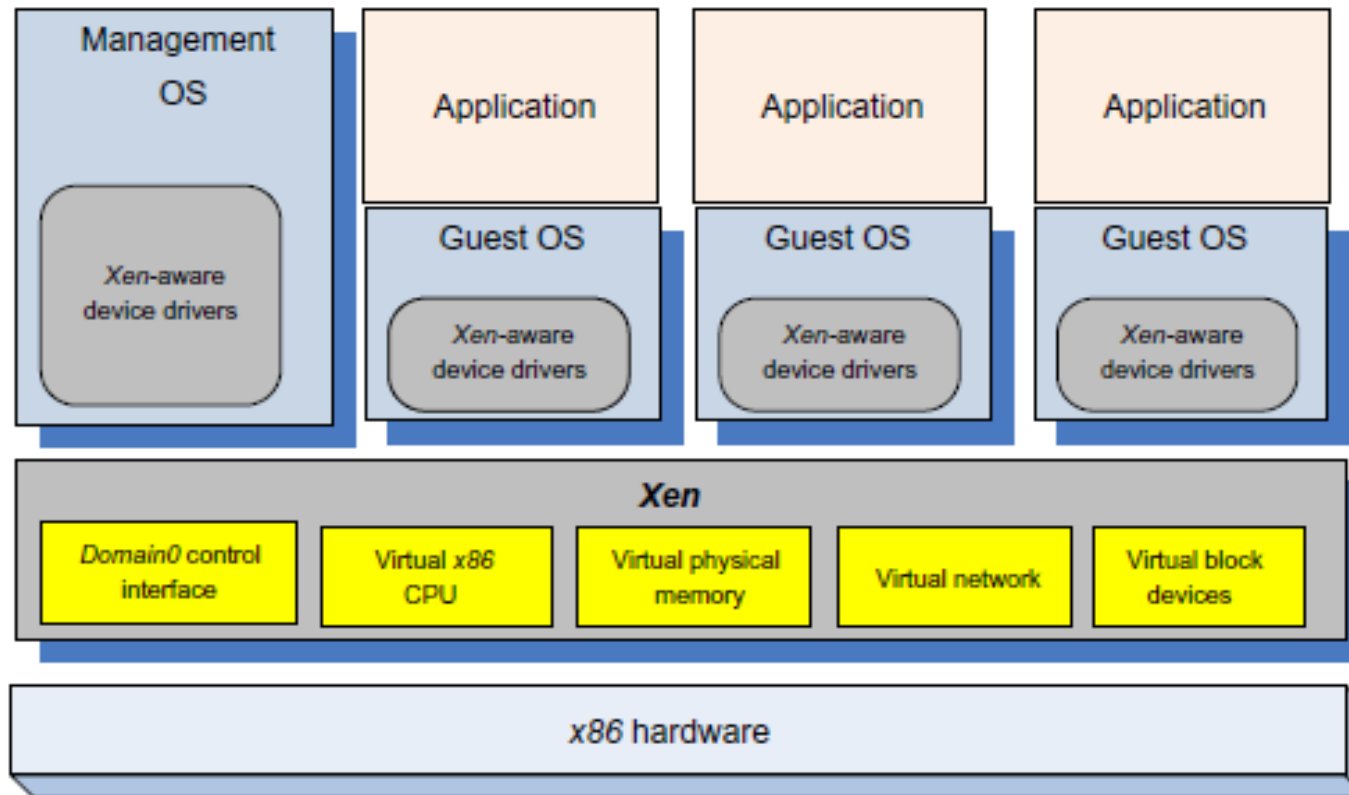
Τύποι εικονικοποίησης – Paravirtualization

- Το υλικό δεν προσομοιώνεται όπως ακριβώς είναι.
- Το guest OS τροποποιείται ώστε να χρησιμοποιεί μόνο εντολές που μπορούν να εικονικοποιηθούν.
- Κάθε εικονική μηχανή εκτελείται σε ένα ελαφρά τροποποιημένο αντίγραφο του πραγματικού υλικού.
- Οι λόγοι η τεχνική αυτή υιοθετείται συχνά είναι
 - κάποια στοιχεία του υλικού δεν μπορούν να εικονικοποιηθούν,
 - για τη βελτίωση της απόδοσης και
 - για τη δημιουργία μιας απλούστερης διεπαφής.

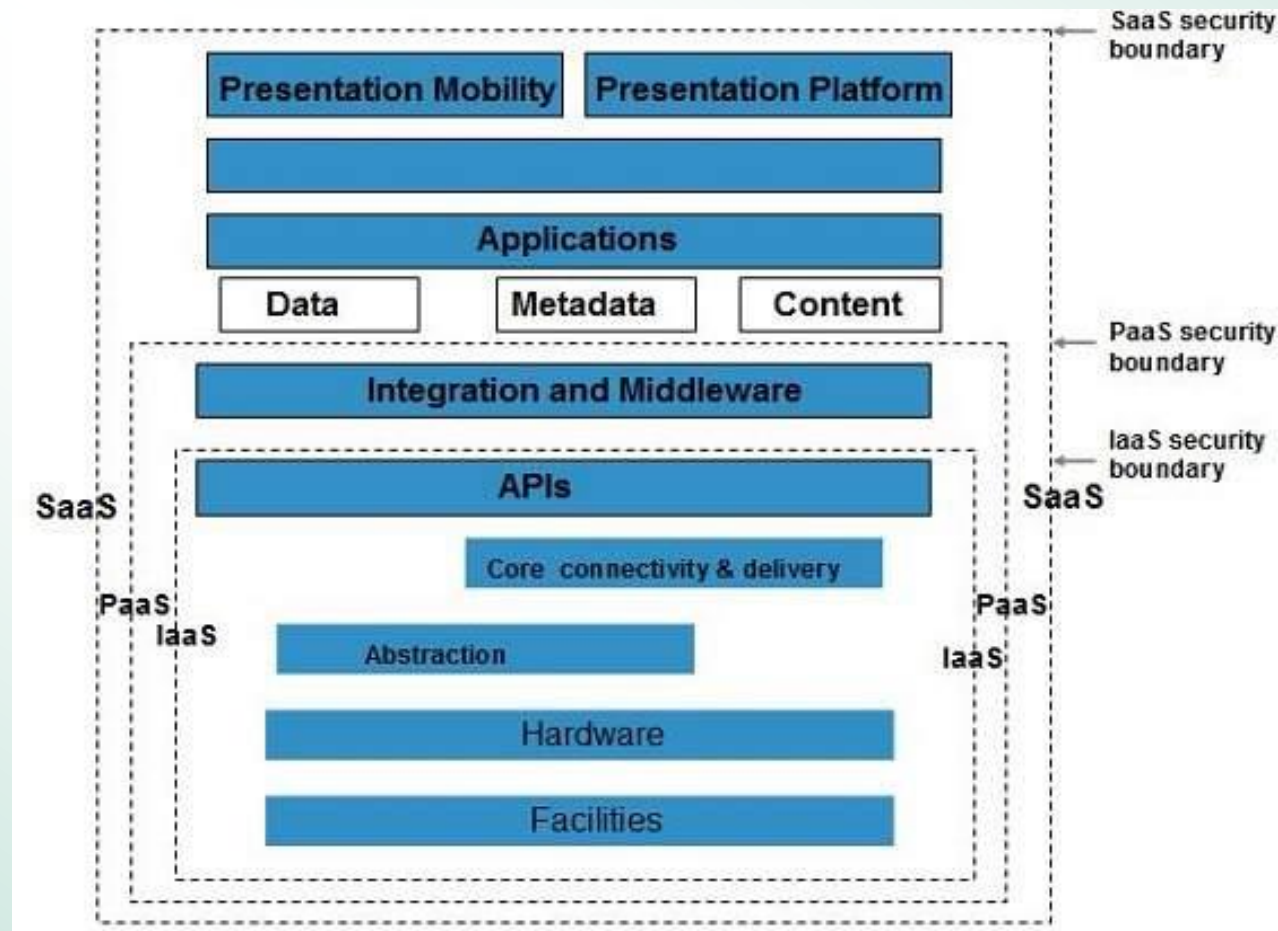
Τύποι εικονικοποίησης – Paravirtualization (2)



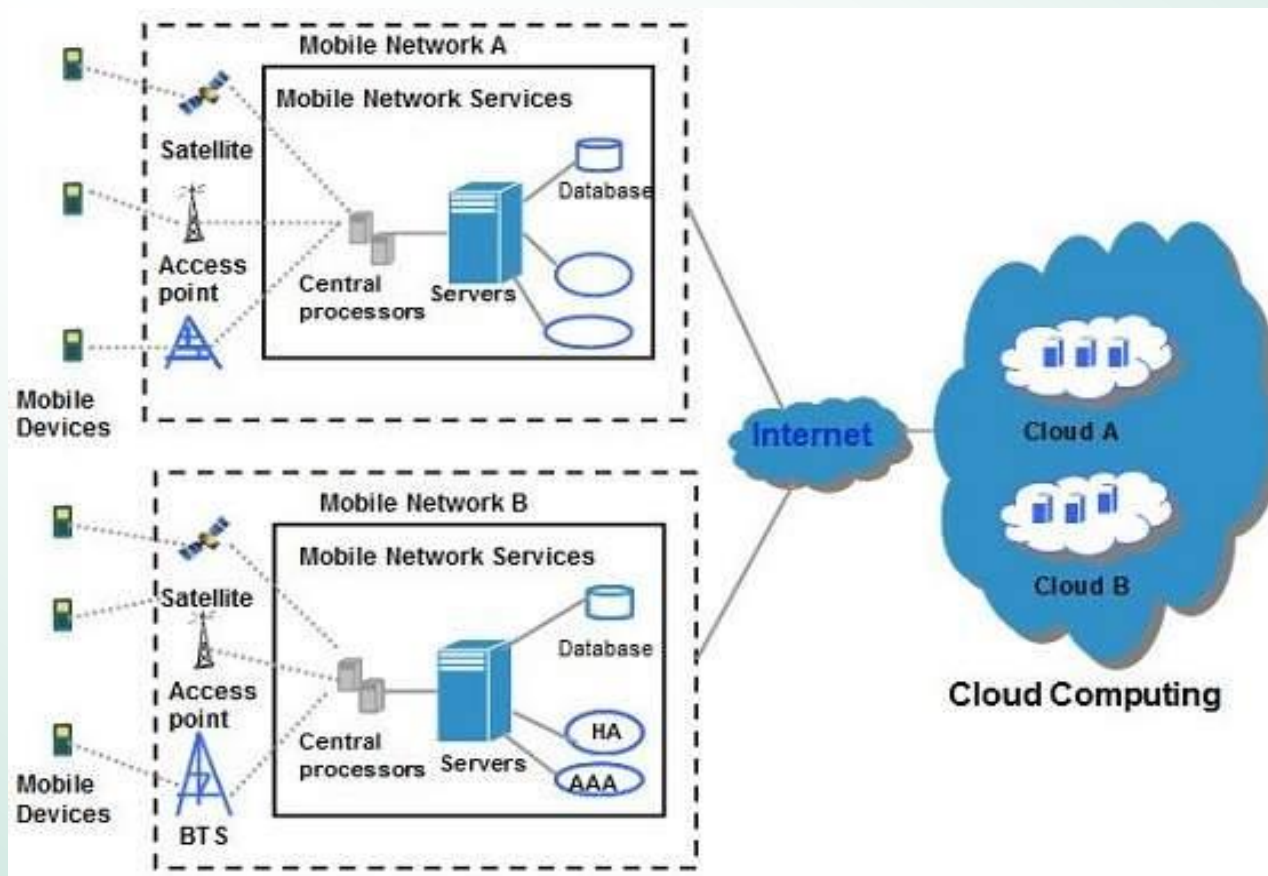
Η εικονική μηχανή Xen



Cloud Security Alliance model



Mobile Cloud Computing



Amazon EC2

- Στα μέσα της δεκαετίας του 2000 παρουσιάστηκε το Amazon Web Services (AWS), βασισμένο στο IaaS μοντέλο.
- Ο πάροχος των υπηρεσιών νέφους προσφέρει υποδομή που αποτελείται από εξυπηρετητές υπολογισμού και αποθήκευσης που διασυνδέονται μέσω ενός δικτύου υψηλών ταχυτήτων που υποστηρίζουν ένα σύνολο υπηρεσιών για να προσπελάσουν αυτούς τους πόρους.
- Ο κατασκευαστής εφαρμογών είναι υπεύθυνος για την εγκατάσταση εφαρμογών στην πλατφόρμα της επιλογής του και για τη διαχείριση των πόρων που παρέχονται από την Amazon.

Amazon EC2 (2)

- Η EC2 είναι μια υπηρεσία ιστού με απλή διεπαφή για την εκκίνηση στιγμιότυπων εφαρμογής μέσα από αρκετά λειτουργικά συστήματα.
- Ένα στιγμιότυπο δημιουργείται είτε από μία προκαθορισμένη Amazon Machine Image (AMI) που είναι ψηφιακά υπογεγραμμένη και αποθηκευμένη στο Simple Storage System (S3) είτε από μία ορισμένη από το χρήστη εικόνα.
- Η εικόνα περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα, το περιβάλλον εκτέλεσης, τις βιβλιοθήκες και την εφαρμογή που επιθυμεί ο χρήστης. Η υπηρεσία EC2 βασίζεται σε εικονικοποίηση τύπου Xen.

Amazon EC2 (3)

- Κάθε εικονική μηχανή ή στιγμιότυπο λειτουργεί σαν εικονικός ιδιωτικός εξυπηρετητής.
- Ένα στιγμιότυπο καθορίζει το μέγιστο πλήθος πόρων που είναι διαθέσιμοι για την εφαρμογή, τη διεπαφή για το στιγμιότυπο αυτό και το κόστος ανά ώρα.
- Ένας χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με την EC2 μέσω ενός συνόλου SOAP μηνυμάτων και να δει μια λίστα από διαθέσιμες AMI εικόνες, να εκκινήσει/τερματίσει στιγμιότυπο μιας εικόνας, να απεικονίσει τα εκτελούμενα στιγμιότυπα του χρήστη, κλπ.
- Ο χρήστης έχει δικαιώματα διαχειριστή σε κάθε στιγμιότυπο του ασφαλούς υπολογιστικού περιβάλλοντος της EC2.

Amazon EC2 (4)

- Το CloudWatch είναι μια υποδομή παρακολούθησης που χρησιμοποιείται από τους κατασκευαστές εφαρμογών, τους χρήστες και τους διαχειριστές συστημάτων για να συλλέγουν και να καταγράφουν μετρικές που είναι σημαντικές για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των εφαρμογών και την αύξηση της αποδοτικότητας της χρησιμοποίησης των πόρων.

Google AppEngine

- Στοχεύει αποκλειστικά σε παραδοσιακές εφαρμογές ιστού, θεωρώντας μια δομή εφαρμογής καθαρού διαχωρισμού ανάμεσα στο επίπεδο stateless υπολογισμού και το επίπεδο stateful αποθήκευσης.
- Η εντυπωσιακή αυτόματη διαβαθμισιμότητα και οι μηχανισμοί υψηλής διαθεσιμότητας του AppEngine και το ιδιωτικό MegaStore αποθήκευσης δεδομένων που είναι διαθέσιμη στις AppEngine εφαρμογές, βασίζονται σε αυτούς τους περιορισμούς

Microsoft Azure

- Οι εφαρμογές γράφονται χρησιμοποιώντας .NET βιβλιοθήκες και μεταφράζονται σε Common Language Runtime, ένα περιβάλλον διαχείρισης ανεξάρτητο από κάποια γλώσσα.
- Έτσι το Azure βρίσκεται ανάμεσα σε πλαίσια εφαρμογών όπως το AppEngine και εικονικές μηχανές υλικού όπως το EC2.

Utility Computing ή Ιδιωτικό Νέφος;

- Πότε όμως μια Utility Computing είναι προτιμότερη από το Ιδιωτικό Νέφος;
 - Όταν η ζήτηση για υπηρεσίες ποικίλει με το χρόνο.
 - Όταν η ζήτηση είναι άγνωστη εκ των προτέρων.
 - Τέλος, οργανισμοί που εκτελούν ομαδικές (batch) αναλύσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη «σχέση κόστους» του υπολογισμού νέφους για να ολοκληρώσουν υπολογισμούς γρηγορότερα:

$$\text{UserHours}_{\text{cloud}} \times (\text{revenue} - \text{Cost}_{\text{cloud}}) \geq \text{UserHours}_{\text{cloud}} \times (\text{revenue} - (\text{Cost}_{\text{datacenter}} / \text{Utilization}))$$

Το μοντέλο εξέλιξης των τεσσάρων βημάτων

- Η Saugatuck Technology όρισε τη θεωρία εξέλιξης των τριών βημάτων της αγοράς Λογισμικού Σαν Υπηρεσία.
- Σε μία πιο σύγχρονη αναφορά επέκτειναν το μοντέλο αυτό περιλαμβάνοντας και ένα τέταρτο βήμα.
- Αποτελεί βοήθημα για τον κατασκευαστή λογισμικού ο οποίος επιθυμεί να μετακινήσει μια εφαρμογή βασισμένη σε ASP ή client – server μοντέλο σε SaaS.

Το μοντέλο εξέλιξης των τεσσάρων βημάτων (2)

- Στο πρώτο βήμα οι κατασκευαστές SaaS παρέχουν πολύ απλές προσφορές που συνήθως περιλαμβάνουν stand alone εφαρμογές και ο στόχος είναι η μείωση του κόστους λόγω της ευκολίας της ανάπτυξης, συντήρησης και χρήσης.
- Σύγχρονες αναφορές δείχνουν ότι μόνο το 20% των προϋπολογισμών για Τεχνολογίες Πληροφορίας (IT) κατευθύνονται για το λογισμικό, ενώ τα υπόλοιπα χρήματα αφορούν ανθρώπους, υπηρεσίες και υλικό για να εκτελείται το λογισμικό αυτό.

Το μοντέλο εξέλιξης των τεσσάρων βημάτων (3)

- Στο δεύτερο εξελικτικό βήμα υπάρχει μια περισσότερο κυρίαρχη υιοθέτηση για τα SaaS και οι λύσεις είναι πιο εξελιγμένες. Καθώς οι SaaS παίζουν όλο και μεγαλύτερο ρόλο στο συνολικό εταιρικό οικοσύστημα, η δυνατότητα διασύνδεσης όλων αυτών των λύσεων σαν ένα μέρος της συνολικής ροής δεδομένων γίνεται όλο και πιο σημαντική.
- Στο τρίτο βήμα το SaaS εξελίσσεται, ωριμάζει και κερδίζει ευρύτερη αποδοχή ώσπου γίνεται κεντρικό σημείο της συνολικής στρατηγικής λογισμικού μιας επιχείρησης. Σαν αποτέλεσμα γίνεται παράγοντας μετασχηματισμού μιας επιχείρησης.

Το μοντέλο εξέλιξης των τεσσάρων βημάτων (4)

- Ένα πολύ καλό παράδειγμα είναι η ολοκλήρωση μιας εφαρμογής διαχείρισης ανθρώπινων πόρων όπως η Oracle PeopleSoft με μία SaaS CRM εφαρμογή όπως η Salesforce.com.
- Το τέταρτο βήμα αντιμετωπίζει την επιτακτικότητα του υπολογισμού νέφους και υποθέτει ότι η ισχυροποίηση αυτών των νέων περιβαλλόντων είναι η φυσική κατάληξη του SaaS, η φιλοσοφία της ωφελιμότητας της Τεχνολογίας της Πληροφορίας, και η επιχειρηματική διεργασία εξωτερικής ανάθεσης (outsourcing) και μετασχηματισμού.

Αρχιτεκτονική Κατανεμημένων Εφαρμογών

- Αρχιτεκτονική N επιπέδων (N-tier)
- Η αρχιτεκτονική αυτή δημιουργήθηκε για να ξεφύγουμε από το μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή
 - Βάση δεδομένων στη μεριά του εξυπηρετητή
 - «βαρύς» πελάτης (διεπαφή και λογική εφαρμογής)
 - Θέματα κλιμάκωσης λόγω των αφιερωμένων συνδέσεων της βάσης με τον κάθε χρήστη και
 - Θέματα που έχουν να κάνουν με τη λειτουργική επιβάρυνση της διανομής, εγκατάστασης και συντήρησης του λογισμικού στη μεριά του πελάτη

Αρχιτεκτονική Κατανεμημένων Εφαρμογών (2)

- Η αρχιτεκτονική κατανεμημένης αρχιτεκτονικής έγινε δυνατή εξ αιτίας δύο πραγμάτων.
- Ο φυλλομετρητής web ήταν επιτακτικό να γίνει ένα πανταχού παρόν εργαλείο στην επιφάνεια εργασίας.
- Ο εξυπηρετητής εφαρμογών ήταν επιτακτική ανάγκη να μετατοπιστεί στη μεριά του πελάτη μέσω του Web browser για λόγους αποσυμφόρησης

Επίπεδο Χρήστη

- Το επίπεδο χρήστη αποτελείται από τον web browser.
- Εναλλακτικά μπορεί να υπάρχουν εφαρμογές πελάτη, αντί του web browser.
 - Αυτές οι εφαρμογές συνήθως διαχειρίζονται απλά την είσοδο και την έξοδο του εξυπηρετητή και μπορούν εύκολα να μεταφορτωθούν αν και όποτε χρειαστούν.

Επίπεδο Εφαρμογής

- Περιλαμβάνει τον εξυπηρετητή εφαρμογών ο οποίος χειρίζεται τις HTTP/HTTPS αιτήσεις σε συνεργασία με το επίπεδο αποθήκευσης δεδομένων.
- Παρέχει υπηρεσίες όπως
 - ομαδοποίηση (clustering)
 - εξισορρόπηση φορτίου μεταξύ των εξυπηρετητών για λόγους κλιμάκωσης και προσαρμοστικότητας,
 - διαχείριση των δεδομένων των συνόδων των χρηστών,
 - διαχείριση των συνδέσεων της βάσης δεδομένων και
 - διαχείριση των αντικειμένων των εφαρμογών που υλοποιούν την εφαρμογή.

Επίπεδο πρόσβασης στα Δεδομένα

- Διαχειρίζεται την επεξεργασία όλων των δεδομένων που ζητούνται από τις αιτήσεις των χρηστών, είτε από μια δομημένη τύπου SQL βάση δεδομένων, είτε από ένα αδόμητο σύστημα αρχείων.
- Παρέχει ομαδοποίηση για λόγους κλιμάκωσης και προσαρμοστικότητας.
- Λόγοι διαχωρισμού του επιπέδου αυτού
 - Διαχωρισμό ανάμεσα στη λογική της υπηρεσίας και τα δεδομένα,
 - Διαφορετικές απαιτήσεις για το υλικό
 - Πρόσθετη ασφάλεια

Επίπεδο Αποθήκευσης Δεδομένων

- Φυσική αποθήκευση των δεδομένων.
- Σε μερικές περιπτώσεις το επίπεδο αυτό φιλοξενείται στον ίδιο φυσικό εξυπηρετητή με το επίπεδο πρόσβασης στα δεδομένα.
- Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ένα Δίκτυο Περιοχής Αποθήκευσης Δεδομένων (Storage Area Network) για βέλτιστη αποθήκευση και προσαρμοστικότητα.

SaaS Architecture

- Ένας κατασκευαστής SaaS απασχολείται και με τη λειτουργία της εφαρμογής και τη διαχείριση του περιβάλλοντος που υποστηρίζει όλους τους πελάτες του.
- Επίπεδο κατανομής: εισάγεται για την δρομολόγηση αιτήσεων εξυπηρέτησης ανάμεσα σε περισσότερα από ένα φυσικά λειτουργικά περιβάλλοντα.
- Πρόσθετα στοιχεία επιπέδου εφαρμογής αναγνωρίζονται, που λαμβάνουν υπόψη την πρόσθετη λειτουργικότητα μια ώριμη SaaS παροχή υπηρεσιών μπορεί να απαιτεί.

Επίπεδο Κατανομής (Distribution tier)

- Άλλοι λόγοι για δρομολόγηση εξυπηρέτησης σε άλλα φυσικά λειτουργικά περιβάλλοντα
 - Αλληλεπίδραση πολλαπλών, γεωγραφικά ανόμοιων κέντρων αποθήκευσης δεδομένων (data centers). Η ιδέα είναι κάθε διαφορετικός πελάτης να δρομολογείται σε διαφορετικό βασικό site.
 - Συμβατότητα με διεθνείς νόμους ιδιωτικότητας των δεδομένων. Πολλές χώρες έχουν εφαρμόσει πολύ διαφορετικές προσεγγίσεις για την προστασία των δεδομένων των πολιτών τους. Πολλοί πελάτες από συγκεκριμένες χώρες απαιτούν τα δεδομένα τους να αποθηκεύονται εντός της χώρας τους.

Άλλα συστατικά επιπέδου εφαρμογής

- Εξυπηρετητής διαχείρισης ταυτοτήτων
 - OpenSSO: λογισμικό ανοικτού κώδικα που παρέχει ένα εξυπηρετητή διαχείρισης πρόσβασης επιπέδου επιχείρησης που βασίζεται στην Sun Java System Access Manager και θα είναι ο πυρήνας των επερχόμενων εκδόσεων του Access Manager και Federation Manager της Sun.
- Εξυπηρετητής ενοποίησης: ολοκλήρωση με βιομηχανικές πλατφόρμες
- Εξυπηρετητής επικοινωνιών: Κατ' ελάχιστο είναι χρήσιμο να υπάρχει δυνατότητα επικοινωνίας (π.χ. μέσω e-mail και απλών μηνυμάτων) για ειδοποίηση των χρηστών ότι υπάρχει κάποια εργασία να κάνουν στην SaaS εφαρμογή