

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ Α.Ε.Ν
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΘΕΜΑ: CLOUD COMPUTING

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΜΑΡΓΙΩΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

Α.Γ.Μ: 3985

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ : ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : CLOUD COMPUTING

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΜΑΡΓΙΩΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ :
ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων.....	3
Περίληψη	5
Abstract.....	6
Εισαγωγή	7
Ιστορική αναδρομή	8
Συναφείς έννοιες.....	9
Χαρακτηριστικά.....	12
Μοντέλα υπηρεσιών	16
Υποδομή ως υπηρεσία (IaaS: Infrastructure as a service)	17
Η πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS: Platform as a service).....	18
Το λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS: Software as a service).....	19
Κινητό "backend" ως υπηρεσία (MBaaS: Mobile "backend" as a service).....	21
Υπολογιστής χωρίς διακομιστές.....	22
Μοντέλα ανάπτυξης.....	22
Ιδιωτικό σύννεφο	22
Δημόσιο σύννεφο.....	23
Υβριδικό σύννεφο.....	24
Άλλα σύννεφα.....	25
Κοινοτικό σύννεφο	25
Διανεμημένο σύννεφο.....	26
Multicloud.....	26
Σύννεφο μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων (big data).....	27
HPC Cloud.....	27

Αρχιτεκτονική.....	28
Τεχνολογία σύννεφων.....	28
Ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής.....	29
Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Cloud Computing - Συμπέρασμα	32
Πλεονεκτήματα του Cloud Computing	32
Εξοικονόμηση κόστους.....	32
Αξιοπιστία.....	33
Ευκολία στη χρήση του	33
Στρατηγική άκρη.....	34
Μειονεκτήματα του Cloud Computing.....	34
Τεχνικές διακοπές	34
Ασφάλεια	35
Κλείδωμα προμηθευτή.....	35
Περιορισμένος έλεγχος.....	36
Βιβλιογραφία	37

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται το cloud computing και πιο συγκεκριμένα, την εξέλιξή του μέσα στο χρόνο, το εύρος εφαρμογών του, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του.

Στην αρχή της εργασίας αναφέρονται κάποια εισαγωγικά στοιχεία, δίνονται οι διάφοροι ορισμοί και αποσαφηνίζονται διάφορες έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία. Εν συνεχεία, παρατίθενται τα χαρακτηριστικά του cloud computing και παρουσιάζονται τα μοντέλα υπηρεσιών (IaaS, PaaS, SaaS).

Στη συνέχεια, γίνεται λόγος για τα μοντέλα ανάπτυξης και πιο συγκεκριμένα για το δημόσιο, ιδιωτικό, υβριδικό, κοινοτικό και διανεμημένο σύννεφο. Ακόμη, αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του big data cloud, του multicloud και του HPC cloud.

Κατόπιν, γίνεται αναφορά στην αρχιτεκτονική του cloud computing καθώς και στην ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής. Τέλος, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του cloud computing και εξάγονται τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

Abstract

This thesis deals with cloud computing and more specifically, its evolution over time, its range of applications, its advantages and disadvantages.

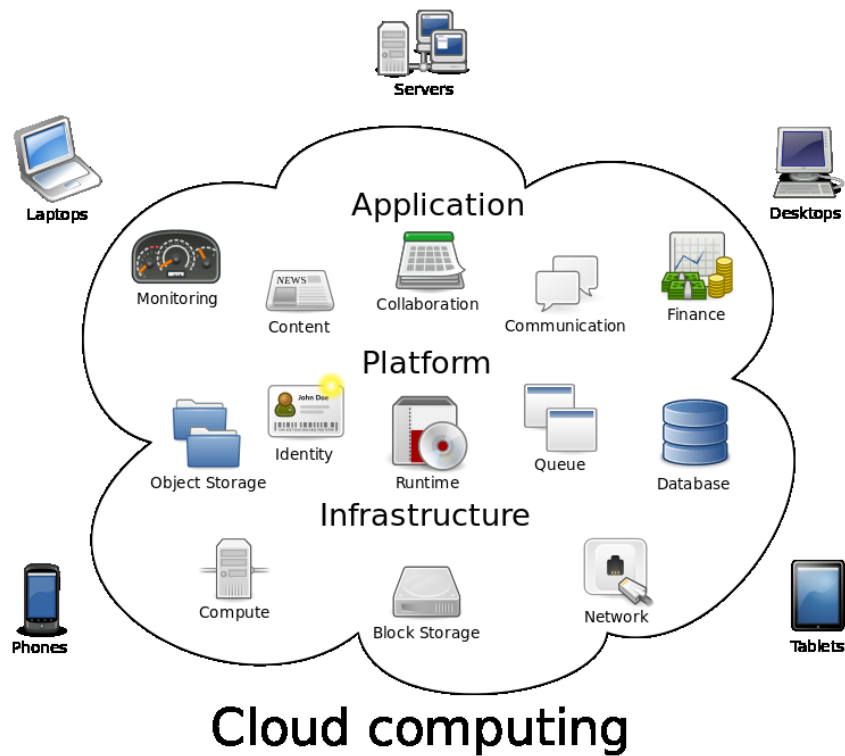
At the beginning, some introductory details are given, also various definitions are given and the various concepts used in this thesis are clarified. The cloud computing features are presented along with the service models (IaaS, PaaS, SaaS).

Then we talk about development models, and more specifically, about the public, private, hybrid, community and distributed cloud. The features of the big data cloud, multcloud and HPC cloud are also listed.

Reference is then made to the cloud computing architecture as well as to security and privacy. Finally, the advantages and disadvantages of cloud computing are described and conclusions are drawn.

Εισαγωγή

Οι υπολογιστικές υπηρεσίες νέφους (cloud computing) είναι η διαθεσιμότητα κατά απαίτηση, πόρων του συστήματος υπολογιστών, ιδιαίτερα η αποθήκευση δεδομένων και η υπολογιστική ισχύς, χωρίς άμεση ενεργή διαχείριση από το χρήστη. Ο όρος χρησιμοποιείται γενικά για την περιγραφή κέντρων δεδομένων που είναι διαθέσιμα σε πολλούς χρήστες μέσω του Διαδικτύου. Τα μεγάλα σύννεφα, που επικρατούν σήμερα, συχνά έχουν λειτουργίες που διανέμονται σε πολλαπλές τοποθεσίες από κεντρικούς διακομιστές. Τα σύννεφα μπορεί να περιορίζονται σε έναν μόνο οργανισμό (νέφη επιχείρησης [1] [2]), να είναι διαθέσιμα σε πολλούς οργανισμούς (δημόσιο σύννεφο) ή να χρησιμοποιείται συνδυασμός και των δύο (υβριδικό σύννεφο). Το cloud computing βασίζεται στην ανταλλαγή πόρων για την επίτευξη συνοχής και οικονομίες κλίμακας. Οι υποστηρικτές των δημόσιων και υβριδικών σύννεφων σημειώνουν ότι το cloud computing επιτρέπει στις εταιρείες να αποφεύγουν ή να ελαχιστοποιούν τα αρχικά κόστη υποδομής πληροφορικής. Οι υποστηρικτές δηλώνουν επίσης, ότι το cloud computing επιτρέπει στις επιχειρήσεις να εκτελούν τις εφαρμογές τους πιο γρήγορα και να λειτουργούν ταχύτερα, με βελτιωμένη διαχείριση και λιγότερη συντήρηση. Θεωρούν ότι επιτρέπει στις ομάδες τεχνολογίας πληροφορικής να προσαρμόζουν ταχύτερα τους πόρους τους, για να ανταποκρίνονται σε κυμαινόμενη και απρόβλεπτη ζήτηση [2]. Οι πάροχοι σύννεφων χρησιμοποιούν συνήθως ένα μοντέλο «πληρώνεις όσο προχωράς» (pay-as-you-go), το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε απροσδόκητα λειτουργικά έξοδα εάν οι διαχειριστές δεν εξοικειωθούν με μοντέλα τιμολόγησης νέφους [5]. Η διαθεσιμότητα δικτύων μεγάλης χωρητικότητας, υπολογιστών χαμηλού κόστους και συσκευών αποθήκευσης, καθώς και η ευρεία υιοθέτηση της εικονικοποίησης υλικού, της αρχιτεκτονικής προσανατολισμένης στις υπηρεσίες και της αυτόνομης χρήσης υπολογιστών, οδήγησαν στην ανάπτυξη του cloud computing [6] [7] [8].



Εικόνα 1. Μεταφορά "Cloud Computing": η ομάδα των δικτυωμένων στοιχείων που παρέχουν υπηρεσίες δεν χρειάζεται να αντιμετωπιστεί μεμονωμένα ή να διαχειριστεί από τους χρήστες. Αντίθετα, ολόκληρη η σουίτα υλικού και λογισμικού που διαχειρίζεται ο πάροχος μπορεί να θεωρηθεί ως ένα άμορφο σύννεφο.

Ιστορική αναδρομή

Το cloud computing κυκλοφόρησε με το Amazon.com, όταν κυκλοφόρησε το προϊόν του Elastic Compute Cloud, το 2006. Οι αναφορές στη φράση "cloud computing" εμφανίστηκαν ήδη από το 1996, με την πρώτη γνωστή αναφορά σε ένα εσωτερικό έγγραφο της εταιρείας Compaq [9]. Το σύμβολο σύννεφο χρησιμοποιήθηκε για να αντιπροσωπεύει τα δίκτυα εξοπλισμού πληροφορικής στο πρώτο στον κόσμο δίκτυο μεταγωγής πακέτου (Advanced Research Projects Agency Network, ARPANET) από το 1977, [11] και το Δίκτυο Τομέων Πληροφορικής (Computer Science Network, CSNET) από το 1981 [12] - και οι δύο προκάτοχοι του ίδιου του Διαδικτύου. Η λέξη σύννεφο χρησιμοποιήθηκε ως μεταφορά για το Διαδίκτυο και ένα τυποποιημένο

σύννεφο σχήμα χρησιμοποιήθηκε για να δηλώσει ένα δίκτυο σε τηλεφωνικά σχήματα. Αυτή η απλοποίηση είχε ως συνέπεια οι ιδιαιτερότητες του τρόπου με τον οποίο συνδέονται τα τελικά σημεία ενός δικτύου να μην έχουν σημασία για τους σκοπούς της κατανόησης του διαγράμματος. Ο όρος σύννεφο χρησιμοποιήθηκε για να αναφερθεί σε πλατφόρμες κατανεμημένων υπολογιστών. Ήδη από το 1993, η εταιρία General Magic και η AT & T το χρησιμοποίησαν για να περιγράψουν τις τεχνολογίες Telescript και PersonaLink [13].

Συναφείς έννοιες

Ο στόχος του cloud computing είναι να επιτρέψει στους χρήστες να επωφεληθούν από όλες αυτές τις τεχνολογίες, χωρίς την ανάγκη βαθιάς γνώσης ή εμπειρίας στην καθεμία από αυτές. Το υπολογιστικό νέφος στοχεύει στη μείωση του κόστους και βοηθά τους χρήστες να επικεντρωθούν στην κύρια δραστηριότητά τους, ξεπερνώντας τα εμπόδια της τεχνολογίας της πληροφορίας [19]. Η κύρια τεχνολογία ενεργοποίησης για cloud computing είναι η εικονικοποίηση (virtualization). Το λογισμικό εικονικοποίησης χωρίζει μια φυσική συσκευή υπολογιστών σε μία ή περισσότερες "εικονικές" συσκευές, κάθε μία από τις οποίες μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί και να διαχειριστεί για να εκτελέσει εργασίες πληροφορικής. Με την εικονικοποίηση σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος, που ουσιαστικά δημιουργεί ένα κλιμακωτό σύστημα πολλαπλών ανεξάρτητων υπολογιστικών συσκευών, οι αχρησιμοποίητοι υπολογιστικοί πόροι μπορούν να διατεθούν και να χρησιμοποιηθούν πιο αποτελεσματικά. Η εικονικοποίηση παρέχει την απαιτούμενη ευελιξία για την επιτάχυνση των λειτουργιών πληροφορικής και μειώνει το κόστος αυξάνοντας την αξιοποίηση της υποδομής. Ο αυτόματος υπολογισμός αυτοματοποιεί τη διαδικασία μέσω της οποίας ο χρήστης μπορεί να παρέχει πόρους κατ'απαίτηση. Με την ελαχιστοποίηση της συμμετοχής των χρηστών, ο αυτοματισμός επιταχύνει τη διαδικασία, μειώνει το κόστος εργασίας και μειώνει την πιθανότητα ανθρώπινων λαθών [19]. Οι χρήστες αντιμετωπίζουν συνήθως δύσκολα επιχειρησιακά προβλήματα.

Το cloud computing υιοθετεί τις έννοιες από την αρχιτεκτονική που είναι προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (SOA– Service Oriented Architecture). Μπορεί να βοηθήσει τον χρήστη να διασπάσει τα προβλήματα σε υπηρεσίες που μπορούν να συγχρονιστούν για να δώσουν λύση. Το cloud computing παρέχει όλους τους πόρους του ως υπηρεσίες και κάνει χρήση των καθιερωμένων προτύπων και βέλτιστων πρακτικών που έχουν αποκτηθεί στον τομέα της αρχιτεκτονικής SOA, για να επιτρέψει την παγκόσμια και εύκολη πρόσβαση σε υπηρεσίες cloud με τυποποιημένο τρόπο. Το cloud computing χρησιμοποιεί, επίσης, έννοιες από υπολογιστικές υπηρεσίες για να παρέχει μετρήσεις για τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται. Τέτοιες μετρήσεις βρίσκονται στον πυρήνα των μοντέλων πληρωμής ανά χρήση του cloud. Επιπλέον, οι μετρούμενες υπηρεσίες αποτελούν ουσιαστικό μέρος του βρόχου ανατροφοδότησης στον αυτόνομο υπολογισμό, επιτρέποντας έτσι τις υπηρεσίες να κλιμακώνονται κατά παραγγελία και να πραγματοποιούν αυτόματη αποκατάσταση της αποτυχίας. Το cloud computing είναι ένα είδος υπολογιστικού δικτύου. Έχει εξελιχθεί με την αντιμετώπιση των προβλημάτων ποιοτικών υπηρεσιών (Quality of Service, QoS) και αξιοπιστίας. Το cloud computing παρέχει τα εργαλεία και τις τεχνολογίες για την κατασκευή εντατικών υπολογιστικών παραλλήλων εφαρμογών με πολύ πιο προσιτές τιμές σε σύγκριση με τις παραδοσιακές παράλληλες υπολογιστικές τεχνικές [19].

Το cloud computing χρησιμοποιεί έννοιες όπως:

- *Μοντέλο client-server computing*. Αναφέρεται ευρέως σε οποιαδήποτε εφαρμογή που κάνει διάκριση μεταξύ παρόχων υπηρεσιών (servers) και πελάτες [4].
- *Γραφείο του υπολογιστή*. Ένα γραφείο παροχής υπηρεσιών που παρέχει υπηρεσίες ηλεκτρονικών υπολογιστών, ιδιαίτερα από τη δεκαετία του 1960 έως 1980.
- *Grid computing*. Μια μορφή κατανεμημένων και παράλληλων υπολογιστών, όπου ένας «πολύ ισχυρός εικονικός υπολογιστής» αποτελείται από ένα σύμπλεγμα δικτύων συνδεδεμένων υπολογιστών που δρουν σε συνεργασία για να εκτελούν πολύ μεγάλες εργασίες.

- *Υπολογιστής σύννεφου.* Διανεμημένο πρότυπο υπολογιστών που παρέχει δεδομένα, υπολογιστικά στοιχεία, υπηρεσίες αποθήκευσης και εφαρμογές πιο κοντά σε συσκευές πελάτη, όπως δρομολογητές δικτύου. Επιπλέον, ο υπολογιστής ομίχλης χειρίζεται δεδομένα σε επίπεδο δικτύου, σε έξυπνες συσκευές και στην πλευρά πελάτη τελικού χρήστη (π.χ. κινητές συσκευές), αντί να αποστέλει δεδομένα σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία για επεξεργασία.
- *Κεντρικός υπολογιστής.* Ισχυροί υπολογιστές που χρησιμοποιούνται κυρίως από μεγάλους οργανισμούς για κρίσιμες εφαρμογές, συνήθως επεξεργασίας δεδομένων χύδην όπως: της βιομηχανίας και στατιστικών για τους καταναλωτές, απογραφή · υπηρεσίες αστυνομίας και μυστικών υπηρεσιών πληροφοριών · προγραμματισμός επιχειρηματικών πόρων και επεξεργασία χρηματοοικονομικών συναλλαγών .
- *Υπολογιστική χρησιμότητα.* Το σύνολο των υπολογιστικών πόρων , όπως υπολογισμός και αποθήκευση, ως μετρημένη υπηρεσία, παρόμοια με μια παραδοσιακή δημόσια υπηρεσία, όπως η ηλεκτρική ενέργεια [11] [14].
- *Peer-to-peer.* Μια κατανεμημένη αρχιτεκτονική χωρίς την ανάγκη κεντρικού συντονισμού. Οι συμμετέχοντες είναι προμηθευτές και καταναλωτές πόρων (σε αντίθεση με το παραδοσιακό μοντέλο πελάτη-διακομιστή).
- *Πράσινη υπολογιστική (Green computing).* Η χρήση των υπολογιστών και περιφερειακών του, με σκοπό την ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής κόπωσης και τη μεγιστοποίηση της βιοαποικοδομησιμότητας, ανακυκλωσιμότητας και απόδοσης ενέργειας.
- *Cloubox sandbox.* Ένα ζωντανό, απομονωμένο περιβάλλον υπολογιστή, στο οποίο μπορεί να εκτελεστεί ένα πρόγραμμα, ένας κώδικας ή ένα αρχείο χωρίς να επηρεάσει την εφαρμογή στην οποία εκτελείται.

Χαρακτηριστικά

Το cloud computing χρησιμοποιείται χαρακτηριστικά για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Η ευελιξία για οργανισμούς μπορεί να βελτιωθεί, καθώς το cloud computing μπορεί να αυξήσει την ευελιξία των χρηστών με την επαναφορά, προσθήκη ή επέκταση των πόρων των τεχνολογικών υποδομών.
- Οι μειώσεις κόστους απαιτούνται από τους παρόχους cloud. Ένα μοντέλο παροχής δημόσιου cloud μετατρέπει τις κεφαλαιουχικές δαπάνες (π.χ. αγορά διακομιστών) σε επιχειρησιακές δαπάνες [4]. Αυτό υποτίθεται ότι μειώνει τα οικονομικά εμπόδια στην έναρξη, καθώς η υποδομή παρέχεται συνήθως από κάποιον τρίτο κι έτσι δεν απαιτείται αγορά. Η τιμολόγηση σε βάση υπολογιστικής χρησιμότητας γίνεται με τέτοιο τρόπο που παρέχονται επιλογές χρέωσης οι οποίες βασίζονται στη χρήση (fine-grained pricing). Επίσης, απαιτούνται λιγότερες δεξιότητες πληροφορικής για την υλοποίηση έργων τα οποία χρησιμοποιούν το cloud computing [4]. Το έργο e-FISCAL (e-FISCAL project) ήταν ένα ερευνητικό πρόγραμμα όσον αφορά τα κόστη των ευρωπαϊκών υπολογιστών υψηλής τεχνολογίας και υψηλής απόδοσης, ηλεκτρονικών υποδομών (High Tech Computer (HTC), High Performance Computing (HPC), E-Infrastructures) [5]. Περιέχει πολλά άρθρα που εξετάζουν λεπτομερώς τις πτυχές κόστους, τα περισσότερα από τα οποία καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η εξοικονόμηση κόστους εξαρτάται από τον τύπο των υποστηριζόμενων δραστηριοτήτων και από τον τύπο της διαθέσιμης υποδομής στο εσωτερικό της επιχείρησης.
- Η ανεξαρτησία της συσκευής και της τοποθεσίας [6] επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε συστήματα, χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού, χωρίς να επηρεάζονται από την τοποθεσία τους ή τη συσκευή που χρησιμοποιούν (π.χ. PC, κινητό τηλέφωνο). Δεδομένου ότι η υποδομή είναι εκτός τοποθεσίας (συνήθως παρέχεται από κάποιον τρίτο) και

έχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο, οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν με αυτό από οπουδήποτε [4].

- Η συντήρηση των εφαρμογών του cloud computing είναι ευκολότερη, επειδή δεν απαιτείται εγκατάσταση στον υπολογιστή του κάθε χρήστη και μπορεί να προσεγγιστεί από διαφορετικά μέρη (π.χ. διαφορετικές θέσεις εργασίας, ενώ ταξιδεύουμε κλπ.).
- Το cloud επιτρέπει την ανταλλαγή πόρων και κόστους σε μια μεγάλη ομάδα χρηστών, επιτρέποντας έτσι:
 1. συγκέντρωση της υποδομής σε τοποθεσίες με χαμηλότερο κόστος (όπως χαμηλού κόστους ακίνητα, ηλεκτρική ενέργεια κ.λπ.)
 2. αύξηση της χωρητικότητας αιχμής (οι χρήστες δε χρειάζονται μηχανικούς υποστήριξης και πληρώνουν τους πόρους και τον εξοπλισμό για να καλύψουν τα υψηλότερα δυνατά φορτία)
 3. αξιοποίηση και βελτίωση της αποδοτικότητας για συστήματα που χρησιμοποιούνται συχνά μόνο κατά 10-20% [7] [8].
- Η απόδοση παρακολουθείται από εμπειρογνώμονες πληροφορικής που εργάζονται για τον πάροχο υπηρεσιών και οι συνεπείς αρχιτεκτονικές κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας υπηρεσίες ιστού ως διεπαφή συστήματος [4] [9].
- Η παραγωγικότητα μπορεί να αυξηθεί όταν πολλοί χρήστες μπορούν να εργαστούν ταυτόχρονα στα ίδια δεδομένα, αντί να περιμένουν να αποθηκευτούν και να αποσταλούν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Ο χρόνος μπορεί να μειωθεί αρκετά, καθώς οι πληροφορίες δεν απαιτείται να εισαχθούν ξανά και οι χρήστες δεν χρειάζεται να εγκαταστήσουν αναβαθμίσεις λογισμικού εφαρμογών στον υπολογιστή τους [5].
- Η αξιοπιστία βελτιώνεται με τη χρήση πολλαπλών πλεονασματικών τοποθεσιών, γεγονός που καθιστά το λογισμικό σύννεφου καλώς σχεδιασμένο και κατάλληλο για την αδιάκοπη λειτουργία των επιχειρήσεων και την αποκατάσταση καταστροφών [1].
- Επεκτασιμότητα και ελαστικότητα μέσω δυναμικής («on-demand») τροφοδότησης των πόρων σε σχεδόν πραγματικό χρόνο [2] [3] (Σημείωση, ο

χρόνος εκκίνησης Εικονικής Μηχανής (VM, Virtual Machine) διαφέρει ανάλογα με τον τύπο VM, τη θέση, το λειτουργικό σύστημα και τους παροχείς σύννεφων [2]). Έτσι δίνεται η δυνατότητα κλιμάκωσης όταν η ανάγκη χρήσης αυξάνεται ή μειώνεται εάν δεν χρησιμοποιούνται πόροι. [7] Αναδυόμενες προσεγγίσεις για τη διαχείριση της ελαστικότητας περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνικών μάθησης μηχανών για την υποβολή προτάσεων για αποτελεσματικά μοντέλα ελαστικότητας [5].

- Η ασφάλεια μπορεί να βελτιωθεί χάρη στη συγκέντρωση δεδομένων, στη χρήση αυξημένων πόρων με επίκεντρο την ασφάλεια κλπ., Αλλά οι ανησυχίες μπορούν να εξακολουθήσουν να αφορούν την απώλεια ελέγχου ορισμένων ευαίσθητων δεδομένων και την έλλειψη ασφάλειας για τους αποθηκευμένους πυρήνες. Η ασφάλεια είναι καλύτερη από άλλα παραδοσιακά συστήματα, εν μέρει επειδή οι πάροχοι υπηρεσιών είναι σε θέση να αφιερώσουν πόρους για την επίλυση ζητημάτων ασφάλειας. Από την άλλη μεριά, πολλοί πελάτες δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να αντιμετωπίσουν αντίστοιχα ζητήματα ή δε διαθέτουν τις τεχνικές δεξιότητες για να τα αντιμετωπίσουν [5]. Ωστόσο, η πολυπλοκότητα της ασφάλειας αυξάνεται σημαντικά όταν τα δεδομένα διανέμονται σε μια ευρύτερη περιοχή ή σε έναν μεγαλύτερο αριθμό συσκευών, καθώς και σε συστήματα πολλαπλών μισθωτών που μοιράζονται μη συνδεδεμένοι χρήστες. Επιπλέον, η πρόσβαση των χρηστών στα αρχεία καταγραφής ελέγχου ασφαλείας μπορεί να είναι δύσκολη ή αδύνατη. Οι ιδιωτικές εγκαταστάσεις cloud ενθαρρύνονται εν μέρει από την επιθυμία των χρηστών να διατηρήσουν τον έλεγχο της υποδομής και να αποφύγουν την απώλεια του ελέγχου της ασφάλειας των πληροφοριών.

Ο ορισμός του cloud computing από το Εθνικό Ινστιτούτο Τυποποίησης και Τεχνολογίας προσδιορίζει "πέντε βασικά χαρακτηριστικά":

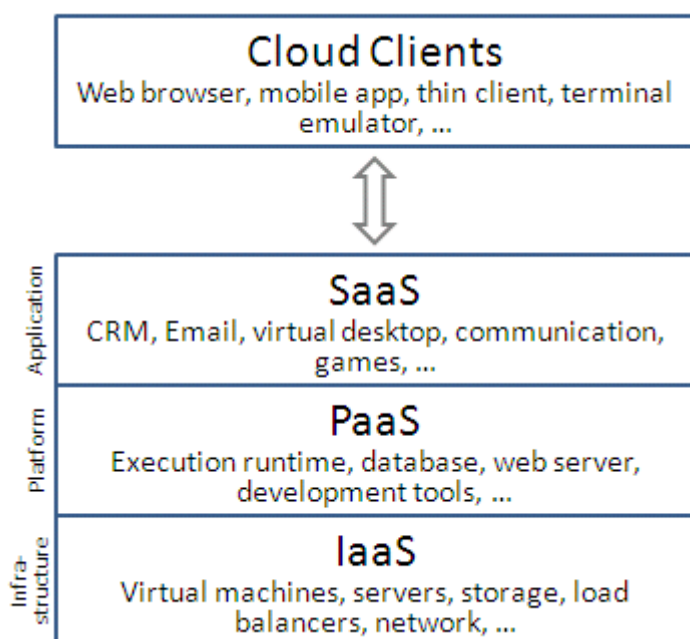
1. Αυτοεξυπηρέτηση κατά παραγγελία. Ένας καταναλωτής μπορεί μονομερώς να παρέχει δυνατότητες πληροφορικής, όπως χρόνος διακομιστή και αποθήκευση

δικτύου, χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη αλληλεπίδραση με κάθε πάροχο υπηρεσιών.

2. Ευρεία πρόσβαση στο δίκτυο. Οι δυνατότητες είναι διαθέσιμες μέσω του δικτύου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσω τυποποιημένων μηχανισμών που προωθούν τη χρήση από ετερογενείς πλατφόρμες πελατών (για παράδειγμα, κινητά τηλέφωνα, ταμπλέτες, φορητοί υπολογιστές και σταθμοί εργασίας).
3. Συγκέντρωση πόρων. Οι υπολογιστικοί πόροι του παρόχου συγκεντρώνονται για να εξυπηρετούν πολλούς καταναλωτές. Χρησιμοποιείται μοντέλο πολλαπλών μισθωτών, με διαφορετικούς φυσικούς και εικονικούς πόρους, δυναμικά εκχωρημένους και ανακατανεμημένους, ανάλογα με τη ζήτηση των καταναλωτών.
4. Ταχεία ελαστικότητα. Οι δυνατότητες μπορούν να εφοδιαστούν ελαστικά, να απελευθερωθούν, σε μερικές περιπτώσεις αυτόματα, και να κλιμακώνονται ταχέως προς τα έξω και προς τα μέσα, ανάλογα με τη ζήτηση. Για τον καταναλωτή, οι διαθέσιμες δυνατότητες παροχής υπηρεσιών συχνά εμφανίζονται απεριόριστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε ποσότητα και ανά πάσα στιγμή.
5. Μετρούμενη υπηρεσία. Τα συστήματα cloud ελέγχουν αυτόματα και βελτιστοποιούν τη χρήση πόρων, αξιοποιώντας τη δυνατότητα μέτρησης σε κάποιο επίπεδο, ανάλογα με τον τύπο υπηρεσίας (για παράδειγμα, αποθήκευση, επεξεργασία, εύρος ζώνης και ενεργοί λογαριασμοί χρηστών). Η χρήση των πόρων μπορεί να παρακολουθείται, να ελέγχεται και να αναφέρεται, παρέχοντας διαφάνεια τόσο για τον πάροχο όσο και για τον καταναλωτή της χρησιμοποιούμενης υπηρεσίας.

Μοντέλα υπηρεσιών

Αν και η αρχιτεκτονική που είναι προσανατολισμένη στις υπηρεσίες υποστηρίζει "όλα ως υπηρεσία" (με τα ακρωνύμια EaaS [everything as a service] ή XaaS, [1] ή απλά aas), οι πάροχοι υπολογιστικού νέφους προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σύμφωνα με διαφορετικά μοντέλα. Από αυτά, τα τρία βασικά μοντέλα είναι η υπηρεσία υποδομής ως υπηρεσία (IaaS, Infrastructure as a Service), η πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS, Platform as a Service) και το λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS, Software as a Service) [6]. Αυτά τα μοντέλα προσφέρουν αυξανόμενη αφαίρεση. Έτσι, συχνά απεικονίζονται ως στρώματα σε μια στοίβα: υποδομή-, πλατφόρμα- και λογισμικό-ως-υπηρεσία, αλλά αυτά δε χρειάζεται να σχετίζονται. Για παράδειγμα, μπορούμε να παρέχουμε SaaS που εφαρμόζονται σε φυσικές μηχανές (γυμνό μέταλλο), χωρίς τη χρήση των υποκείμενων στρωμάτων PaaS ή IaaS. Αντίστροφα, μπορεί κανείς να εκτελέσει ένα πρόγραμμα στο IaaS και να το αποκτήσει με απευθείας πρόσβαση, χωρίς να το διαμορφώσει ως SaaS.



Εικόνα 2. Μοντέλα υπηρεσιών cloud computing που είναι διατεταγμένα σε στρώματα σε μια στοίβα

Υποδομή ως υπηρεσία (IaaS: Infrastructure as a service)

Η "Υποδομή ως υπηρεσία" (IaaS) αναφέρεται σε ηλεκτρονικές υπηρεσίες που παρέχουν διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface, API) υψηλού επιπέδου που χρησιμοποιούνται για την αναφορά διαφόρων λεπτομερειών χαμηλού επιπέδου της υποκείμενης υποδομής δικτύου, όπως φυσικοί υπολογιστικοί πόροι, τοποθεσία, διαμέριση δεδομένων, κλιμάκωση, ασφάλεια. Ένας «υπερ-επόπτης υπολογιστής» (hypervisor) φιλοξενεί τις εικονικές μηχανές ως επισκέπτες. Ομάδες των hypervisors μέσα στο λειτουργικό σύστημα cloud, μπορούν να υποστηρίξουν μεγάλο αριθμό εικονικών μηχανών και την ικανότητα κλιμάκωσης υπηρεσιών προς τα πάνω και προς τα κάτω, σύμφωνα με τις διαφορετικές απαιτήσεις των πελατών. Μια εναλλακτική των hypervisors είναι οι περιέκτες (containers) Linux, οι οποίοι εκτελούνται σε μεμονωμένα διαμερίσματα ενός ενιαίου πυρήνα Linux, που εκτελείται απευθείας στο φυσικό υλικό. Τα control groups (cgroups) του Linux και οι χώροι ονομάτων είναι οι βασικές τεχνολογίες πυρήνα Linux που χρησιμοποιούνται για την απομόνωση, την ασφαλή διαχείριση και τη διαχείριση των περιεκτών. Ο περιέκτης προσφέρει υψηλότερη απόδοση από την εικονικοποίηση, διότι δεν υπάρχει καθυστέρηση λόγω hypervisor. Επίσης, η χωρητικότητα του περιέκτη αυτόματα κλιμακώνεται δυναμικά με το υπολογιστικό φορτίο, γεγονός που εξαλείφει το πρόβλημα της υπερπροσφοράς και καθιστά δυνατή τη χρέωση βάσει χρήσης [2]. Τα σύννεφα IaaS προσφέρουν συχνά πρόσθετους πόρους, όπως βιβλιοθήκη δίσκων εικονικής μηχανής, αποθήκευση αρχείων ή αντικειμένων, τείχη προστασίας, εξισορρόπηση φορτίου, διευθύνσεις IP, εικονικά τοπικά δίκτυα (VLAN) και δέσμες λογισμικού. Ο ορισμός του cloud computing από τον NIST περιγράφει το IaaS ως "περιβάλλον όπου ο καταναλωτής είναι σε θέση να αναπτύξει και να εκτελέσει αυθαίρετο λογισμικό, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές. Ο καταναλωτής δε διαχειρίζεται ή ελέγχει την υποκείμενη υποδομή cloud, αλλά έχει τον έλεγχο των λειτουργικών συστημάτων (6). Οι πάροχοι IaaS-cloud προμηθεύουν αυτούς τους πόρους κατά απαίτηση, μέσα από τις μεγάλες δεξαμενές εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένες σε κέντρα δεδομένων. Για τη σύνδεση ευρείας

περιοχής, οι πελάτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν είτε το Internet είτε τα σύννεφα φορέων (αποκλειστικά εικονικά ιδιωτικά δίκτυα). Για να αναπτύξουν τις εφαρμογές τους, οι χρήστες cloud εγκαθιστούν εικόνες λειτουργικού συστήματος και το λογισμικό εφαρμογών τους στην υποδομή του cloud. Σε αυτό το μοντέλο, ο χρήστης του cloud επικαλύπτει και διατηρεί τα λειτουργικά συστήματα και το λογισμικό εφαρμογών. Οι πάροχοι σύννεφων συνήθως χρεώνουν τις υπηρεσίες IaaS σε βάση υπολογιστικής χρησιμότητας: το κόστος αντικατοπτρίζει το ποσό των πόρων που διατίθενται και καταναλώνονται.

Η πλατφόρμα ως υπηρεσία (PaaS: Platform as a service)

Ο ορισμός του cloud computing της NIST ορίζει την πλατφόρμα ως την εξής υπηρεσία [6] : Η δυνατότητα που παρέχεται στον καταναλωτή είναι η ανάπτυξη στην υποδομή του cloud, των εφαρμογών που δημιουργούνται από καταναλωτές ή αποκτώνται χρησιμοποιώντας γλώσσες προγραμματισμού, βιβλιοθήκες, υπηρεσίες και εργαλεία που υποστηρίζονται από τον πάροχο . Ο καταναλωτής δε διαχειρίζεται ή ελέγχει την υποκείμενη υποδομή του cloud, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων, των διακομιστών, των λειτουργικών συστημάτων ή του χώρου αποθήκευσης, αλλά έχει τον έλεγχο των αναπτυγμένων εφαρμογών και ενδεχομένως των ρυθμίσεων διαμόρφωσης για το περιβάλλον φιλοξενίας εφαρμογών. Οι πωλητές PaaS προσφέρουν ένα περιβάλλον ανάπτυξης στους προγραμματιστές εφαρμογών. Ο πάροχος τυπικά αναπτύσσει εργαλειοθήκη και πρότυπα για την ανάπτυξη, καθώς και τα κανάλια διανομής και πληρωμής. Στα μοντέλα PaaS, οι παροχείς cloud παρέχουν μια πλατφόρμα υπολογιστών, που συνήθως περιλαμβάνει λειτουργικό σύστημα, περιβάλλον εκτέλεσης γλώσσας προγραμματισμού, βάση δεδομένων και διακομιστή ιστού. Οι προγραμματιστές εφαρμογών μπορούν να αναπτύξουν και να εκτελέσουν τις λύσεις λογισμικού τους σε μια πλατφόρμα σύννεφο, χωρίς το κόστος και την πολυπλοκότητα αγοράς και διαχείρισης των υποκείμενων υλικών και λογισμικού. Με κάποιες προσφορές PaaS, όπως το Microsoft Azure, την πλατφόρμα Oracle Cloud και

το Google App Engine, η υποκείμενη κλίμακα υπολογιστών και αποθηκευτικών πόρων υπολογίζεται αυτόματα έτσι ώστε να ταιριάζει με τη ζήτηση εφαρμογών. Με τον τρόπο αυτό, ο χρήστης σύννεφου λαμβάνει αυτόματα τους απαραίτητους πόρους για τη διαχείριση της επιπλέον ζήτησης. Το τελευταίο έχει επίσης προταθεί από μια αρχιτεκτονική που στοχεύει στη αξιοποίηση του πραγματικού χρόνου σε περιβάλλον σύννεφο [4]. Ορισμένοι πάροχοι υπηρεσιών διαχείρισης και ολοκλήρωσης έχουν επίσης, υιοθετήσει εξειδικευμένες εφαρμογές του PaaS ως μοντέλα παράδοσης για λύσεις δεδομένων. Παραδείγματα περιλαμβάνουν το iPaaS (πλατφόρμα ενοποίησης ως υπηρεσία) και το dPaaS (πλατφόρμα δεδομένων ως υπηρεσία). Το iPaaS επιτρέπει στους πελάτες να αναπτύξουν, να εκτελέσουν και να καθορίσουν τις ροές ενοποίησης [5]. Στο πλαίσιο του μοντέλου ενσωμάτωσης του iPaaS, οι πελάτες κατευθύνουν την ανάπτυξη ενοποιήσεων χωρίς να εγκαταστήσουν ή να διαχειριστούν οποιοδήποτε υλικό ή μεσαίο λογισμικό [6]. Το dPaaS παρέχει προϊόντα ολοκλήρωσης και διαχείρισης δεδομένων ως μια πλήρως διαχειριζόμενη υπηρεσία [7]. Σύμφωνα με το μοντέλο dPaaS, ο πάροχος PaaS και όχι ο πελάτης, διαχειρίζεται την ανάπτυξη και εκτέλεση λύσεων δεδομένων, δημιουργώντας προσαρμοσμένες εφαρμογές δεδομένων για τον πελάτη. Οι χρήστες του dPaaS διατηρούν τη διαφάνεια και τον έλεγχο των δεδομένων μέσω εργαλείων οπτικοποίησης δεδομένων [8]. Οι χρήστες της πλατφόρμας ως υπηρεσία (PaaS) δε διαχειρίζονται ή δεν ελέγχουν την υποκείμενη υποδομή του cloud, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων, των διακομιστών, των λειτουργικών συστημάτων ή του χώρου αποθήκευσης, αλλά έχουν τον έλεγχο των αναπτυσσόμενων εφαρμογών και ενδεχομένως των ρυθμίσεων διαμόρφωσης για το περιβάλλον φιλοξενίας εφαρμογών.

Το λογισμικό ως υπηρεσία (SaaS: Software as a service)

Ο ορισμός του NIST για το cloud computing ορίζει το λογισμικό ως την εξής υπηρεσίας [6] : Η δυνατότητα που παρέχεται στον καταναλωτή είναι να χρησιμοποιεί τις εφαρμογές του παρόχου, οι οποίες εκτελούνται σε μια υποδομή σύννεφο. Οι εφαρμογές

είναι προσβάσιμες από διάφορες συσκευές πελάτη είτε μέσω ενός περιβάλλοντος εργασίας πελάτη, όπως ενός προγράμματος περιήγησης ιστού (για παράδειγμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μέσω διαδικτύου), είτε μέσω διεπαφής προγράμματος. Ο καταναλωτής δε διαχειρίζεται ή ελέγχει την υποκείμενη υποδομή του cloud, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων, των διακομιστών, των λειτουργικών συστημάτων, των αποθηκευτικών χώρων ή ακόμη και των ατομικών δυνατοτήτων εφαρμογής, με την πιθανή εξαίρεση περιορισμένων ρυθμίσεων διαμόρφωσης εφαρμογών για συγκεκριμένους χρήστες. Στο μοντέλο λογισμικού ως υπηρεσία (SaaS), οι χρήστες αποκτούν πρόσβαση σε λογισμικό εφαρμογών και βάσεις δεδομένων. Οι παροχείς υπηρεσιών cloud διαχειρίζονται τις υποδομές και τις πλατφόρμες που εκτελούν τις εφαρμογές. Το SaaS αναφέρεται μερικές φορές ως "λογισμικό κατά 'απαίτηση" και συνήθως διατίθεται με χρέωση ανά χρήση ή με συνδρομή [9]. Στο μοντέλο SaaS, οι πάροχοι νέφους εγκαθιστούν και λειτουργούν λογισμικό εφαρμογών στο cloud και οι χρήστες του cloud έχουν πρόσβαση στο λογισμικό από πελάτες cloud. Οι χρήστες cloud δε διαχειρίζονται την υποδομή του cloud και την πλατφόρμα όπου εκτελείται η εφαρμογή. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη εγκατάστασης και λειτουργίας της εφαρμογής στους υπολογιστές του χρήστη του cloud, γεγονός που απλοποιεί τη συντήρηση και την υποστήριξη. Οι εφαρμογές cloud διαφέρουν από άλλες εφαρμογές στην κλιμάκωσή τους - κάτι που μπορεί να επιτευχθεί με κλωνοποίηση εργασιών σε πολλαπλές εικονικές μηχανές κατά το χρόνο εκτέλεσης, για να ικανοποιηθεί η μεταβαλλόμενη ζήτηση εργασίας [7]. Οι αντισταθμιστές φορτίου διανέμουν το έργο πάνω από το σύνολο των εικονικών μηχανών. Αυτή η διαδικασία είναι αδιαφανής για το χρήστη σύννεφου, ο οποίος βλέπει μόνο ένα σημείο πρόσβασης. Για να φιλοξενηθεί μεγάλος αριθμός χρηστών του cloud, οι εφαρμογές σύννεφων μπορούν να είναι πολυνηματικές, γεγονός που σημαίνει ότι κάθε μηχανήμα μπορεί να εξυπηρετεί περισσότερους από έναν οργανισμούς χρηστών σύννεφου. Το μοντέλο τιμολόγησης για εφαρμογές SaaS είναι συνήθως μια μηνιαία ή ετήσια κατ'αποκοπή αμοιβή ανά χρήστη, [1], ώστε οι τιμές να είναι επεκτάσιμες και ρυθμιζόμενες αν οι χρήστες προστίθενται ή αφαιρούνται σε οποιοδήποτε σημείο. [2] Οι υποστηρικτές θεωρούν ότι η SaaS δίνει στην επιχείρηση τη δυνατότητα να μειώσει το λειτουργικό κόστος της τεχνολογίας της πληροφορικής με εξωτερική ανάθεση συντήρησης υλικού και

λογισμικού και υποστήριξη στον πάροχο του cloud. Αυτό επιτρέπει στην επιχείρηση να ανακαταναείμει τα έξοδα λειτουργίας των τεχνολογιών πληροφορικής μακριά από τις δαπάνες υλικού / λογισμικού και από τα έξοδα προσωπικού, προς εκπλήρωση άλλων στόχων. Επιπλέον, με εφαρμογές που φιλοξενούνται κεντρικά, οι ενημερώσεις μπορούν να απελευθερωθούν, χωρίς την ανάγκη εγκατάστασης νέου λογισμικού από τους χρήστες. Ένα μειονέκτημα του SaaS υπάρχει στην αποθήκευση των δεδομένων των χρηστών στο διακομιστή του παρόχου cloud. Ως αποτέλεσμα, ενδέχεται να υπάρξει μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στα δεδομένα.

Κινητό "backend" ως υπηρεσία (MBaaS: Mobile "backend" as a service)

Στο μοντέλο κινητού "backend" ως μοντέλο υπηρεσιών (m), γνωστό και ως backend ως υπηρεσία (BaaS), οι προγραμματιστές εφαρμογών ιστού και κινητής εφαρμογής διαθέτουν έναν τρόπο σύνδεσης των εφαρμογών τους με υπηρεσίες αποθήκευσης νέφους (cloud storage) και υπολογιστικού νέφους (cloud computing), με προγραμματισμό εφαρμογών διασυνδέσεων (API), που εκτίθενται στις εφαρμογές τους και προσαρμοσμένα πακέτα εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού (SDK). Οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν τη διαχείριση χρηστών, τις ειδοποιήσεις push, την ολοκλήρωση με υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης [4] και άλλες. Πρόκειται για ένα σχετικά πρόσφατο μοντέλο στον τομέα του cloud computing [5], με τα περισσότερα BaaS που ξεκίνησαν από το 2011 ή αργότερα. Οι τάσεις δείχνουν ότι οι υπηρεσίες αυτές κερδίζουν σημαντικό έδαφος στους καταναλωτές επιχειρήσεων [9].

Υπολογιστής χωρίς διακομιστές

Ο υπολογιστής χωρίς διακομιστές είναι ένα μοντέλο εκτέλεσης κώδικα υπολογιστικού νέφους, στο οποίο ο πάροχος σύννεφων διαχειρίζεται πλήρως την εκκίνηση και τον τερματισμό των εικονικών μηχανών, όπως απαιτείται για την εξυπηρέτηση αιτημάτων. Τα αιτήματα τιμολογούνται από μια αφηρημένη μέτρηση των πόρων που απαιτούνται για την ικανοποίηση του αιτήματος, αντί για κάθε εικονική μηχανή, ανά ώρα [8]. Παρά το όνομα, δεν περιλαμβάνει πράγματι την εκτέλεση κώδικα χωρίς διακομιστές [8]. Ο υπολογιστής χωρίς διακομιστή ονομάζεται έτσι, επειδή η επιχείρηση ή το πρόσωπο που κατέχει το σύστημα δε χρειάζεται να αγοράζει, να μισθώνει ή να παρέχει διακομιστές ή εικονικές μηχανές για να τρέχει τον κωδικό του back-end.

Μοντέλα ανάπτυξης

Ιδιωτικό σύννεφο

Το ιδιωτικό σύννεφο είναι σύννεφο υποδομής που λειτουργεί αποκλειστικά για έναν μόνο οργανισμό, είτε διαχειρίζεται εσωτερικά είτε από κάποιον τρίτο, και φιλοξενείται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά [1]. Η ανάληψη ενός ιδιωτικού έργου σύννεφου απαιτεί σημαντική δέσμευση για την εικονικοποίηση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος και απαιτεί από τον οργανισμό να επανεκτιμήσει τις αποφάσεις για τους υφιστάμενους πόρους. Μπορεί να βελτιώσει τις επιχειρήσεις, αλλά κάθε βήμα στο σχέδιο εγείρει ζητήματα ασφάλειας, τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν για να αποφευχθούν σοβαρές αδυναμίες. Τα κέντρα δεδομένων αυτοεξυπηρέτησης [3] είναι δαπανηρά και

εν γένει αναποτελεσματικά. Έχουν ένα σημαντικό φυσικό αποτύπωμα, που απαιτεί κατανομές του χώρου, του υλικού και των περιβαλλοντικών ελέγχων. Αυτά τα περιουσιακά στοιχεία πρέπει να ανανεώνονται περιοδικά, με αποτέλεσμα να απαιτούνται πρόσθετες κεφαλαιουχικές δαπάνες. Έχουν προσελκύσει επικρίσεις, επειδή οι χρήστες "πρέπει να αγοράσουν, να κατασκευάσουν και να διαχειριστούν", και έτσι δεν επωφελούνται από τη λιγότερη χειρωνακτική διαχείριση [8]. Ουσιαστικά "[λείπει] το οικονομικό μοντέλο που καθιστά το cloud computing μια τόσο ενδιαφέρουσα ιδέα" [5] [6].

Δημόσιο σύννεφο

Ένα σύννεφο ονομάζεται "δημόσιο σύννεφο" όταν οι υπηρεσίες εκχωρούνται μέσω δικτύου, το οποίο είναι ανοιχτό προς δημόσια χρήση. Οι δημόσιες υπηρεσίες cloud ενδέχεται να είναι δωρεάν [7]. Από τεχνική άποψη, μπορεί να υπάρχει ελάχιστη ή καμία διαφορά μεταξύ δημόσιας και ιδιωτικής αρχιτεκτονικής cloud, ωστόσο, η ασφάλεια μπορεί να διαφέρει σημαντικά για τις υπηρεσίες (εφαρμογές, αποθήκευση και άλλους πόρους) που παρέχονται από πάροχο υπηρεσιών για ένα κοινό και όταν η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω ενός μη αξιόπιστου δικτύου. Σε γενικές γραμμές, οι δημόσιοι πάροχοι υπηρεσιών cloud, όπως το Amazon Web Services (AWS), η Oracle, η Microsoft και η Google, κατέχουν και λειτουργούν την υποδομή στο κέντρο δεδομένων τους και η πρόσβαση γίνεται, γενικά, μέσω του Διαδικτύου. Η AWS, η Oracle, η Microsoft και η Google προσφέρουν επίσης υπηρεσίες άμεσης σύνδεσης με την ονομασία "AWS Direct Connect", "Oracle FastConnect", "Azure ExpressRoute" και "Cloud Interconnect", αντίστοιχα. [5] [8]

Υβριδικό σύννεφο

Το υβριδικό σύννεφο είναι μια σύνθεση δύο ή περισσότερων σύννεφων (ιδιωτικών, κοινοτικών ή δημόσιων), τα οποία παραμένουν διακριτές οντότητες αλλά συνδέονται μεταξύ τους, προσφέροντας τα οφέλη των πολλαπλών μοντέλων ανάπτυξης. Το υβριδικό σύννεφο μπορεί επίσης να σημαίνει τη δυνατότητα συνεγκατάστασης και σύνδεσης, διαχειριζόμενων και / ή αποκλειστικών υπηρεσιών με πηγές σύννεφου [1]. Η συμβουλευτική εταιρεία ερευνών Gartner, ορίζει μια υβριδική υπηρεσία cloud ως υπηρεσία υπολογιστικού νέφους (cloud computing) που αποτελείται από έναν συνδυασμό ιδιωτικών, δημόσιων και κοινοτικών υπηρεσιών νέφους με τη συμμετοχή διαφόρων παρόχων υπηρεσιών [9]. Μια υπηρεσία υβριδικών σύννεφων διασχίζει τα όρια απομόνωσης και δεν μπορεί να τοποθετηθεί απλά σε μια κατηγορία ιδιωτικών, δημόσιων ή κοινοτικών υπηρεσιών cloud. Επιτρέπει την επέκταση είτε της χωρητικότητας είτε των δυνατοτήτων μιας υπηρεσίας σύννεφου, με τη συνάθροιση, την ολοκλήρωση ή την προσαρμογή σε μια άλλη υπηρεσία σύννεφου. Υπάρχουν διάφορες περιπτώσεις χρήσης για τη σύνθεση υβριδικού σύννεφου. Για παράδειγμα, ένας οργανισμός μπορεί να αποθηκεύει δεδομένα ευαίσθητων πελατών σε μια ιδιωτική εφαρμογή cloud, αλλά να διασυνδέει την εφαρμογή αυτή με μια εφαρμογή επιχειρηματικής ευφυΐας που παρέχεται σε ένα δημόσιο cloud ως υπηρεσία λογισμικού [9]. Αυτό το παράδειγμα υβριδικού σύννεφου επεκτείνει τις δυνατότητες της επιχείρησης να παρέχει μια συγκεκριμένη επιχειρηματική υπηρεσία μέσω της προσθήκης εξωτερικά διαθέσιμων δημόσιων υπηρεσιών cloud. Η υιοθέτηση του υβριδικού σύννεφου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η ασφάλεια των δεδομένων και οι απαιτήσεις συμμόρφωσης, το επίπεδο ελέγχου που απαιτείται για τα δεδομένα και οι εφαρμογές που χρησιμοποιεί ένας οργανισμός [1]. Ένα άλλο παράδειγμα υβριδικού σύννεφου είναι εκείνο όπου οι οργανισμοί πληροφορικής χρησιμοποιούν δημόσιους πόρους υπολογιστικού νέφους για την κάλυψη προσωρινών αναγκών χωρητικότητας που δεν μπορούν να καλυφθούν από το ιδιωτικό νέφος [2]. Αυτή η εναλλακτική δίνει τη δυνατότητα σε υβριδικά σύννεφα να χρησιμοποιούν εκρήξεις σύννεφων για κλιμάκωση στα σύννεφα [1]. Το cloud bursting είναι ένα

μοντέλο ανάπτυξης εφαρμογών στο οποίο μια εφαρμογή εκτελείται σε ένα ιδιωτικό cloud ή κέντρο δεδομένων και "εκτοξεύεται" σε ένα δημόσιο σύννεφο, όταν αυξάνεται η ζήτηση για υπολογιστική χωρητικότητα. Ένα βασικό πλεονέκτημα της έκρηξης σύννεφων και ενός υβριδικού μοντέλου σύννεφων είναι ότι ένας οργανισμός πληρώνει για επιπλέον υπολογιστικούς πόρους μόνο όταν είναι απαραίτητο [3]. Η έκρηξη του νέφους δίνει τη δυνατότητα στα κέντρα δεδομένων, να δημιουργήσουν μια εσωτερική υποδομή πληροφορικής που να υποστηρίζει το μέσο φόρτο εργασίας και να χρησιμοποιεί νέους πόρους από δημόσια ή ιδιωτικά σύννεφα κατά τη διάρκεια ωρών αιχμής στις απαιτήσεις επεξεργασίας. Το εξειδικευμένο μοντέλο του υβριδικού σύννεφου, το οποίο είναι χτισμένο πάνω σε ετερογενές υλικό, ονομάζεται "Cross-platform Hybrid Cloud". Ένα υβριδικό σύννεφο πολλαπλών πλατφορμών τροφοδοτείται συνήθως από διαφορετικές αρχιτεκτονικές CPU, για παράδειγμα, x86-64 και ARM, κάτω από αυτές. Οι χρήστες μπορούν να αναπτύξουν και να διαβαθμίσουν εφαρμογές διαφανώς, χωρίς γνώση της ποικιλομορφίας υλικού του cloud [9].

Άλλα σύννεφα

Κοινοτικό σύννεφο

Η κοινότητα διαθέτει υποδομή μεταξύ διαφόρων οργανισμών με κοινές ανησυχίες (ασφάλεια, συμμόρφωση, δικαιοδοσία κ.λπ.), ανεξάρτητα από το αν διαχειρίζεται εσωτερικά ή από κάποιον τρίτο και είτε φιλοξενείται εσωτερικά είτε εξωτερικά. Το κόστος κατανέμεται σε λιγότερους χρήστες από ό,τι ένα δημόσιο σύννεφο (αλλά περισσότερους από ένα ιδιωτικό σύννεφο). Έτσι, αξιοποιούνται μόνο ορισμένες από τις δυνατότητες εξοικονόμησης κόστους του cloud computing [6].

Διανεμημένο σύννεφο

Μια πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους μπορεί να συναρμολογηθεί από ένα διανεμημένο σύνολο μηχανών σε διαφορετικές τοποθεσίες, συνδεδεμένο σε ένα μόνο δίκτυο ή υπηρεσία διανομέα. Είναι δυνατό να γίνει διάκριση μεταξύ δύο τύπων κατανεμημένων σύννεφων: υπολογισμός δημόσιων πόρων και σύννεφο εθελοντών.

- Υπολογισμός δημόσιων πόρων - Αυτός ο τύπος κατανεμημένου σύννεφου προκύπτει από έναν εκτεταμένο ορισμό του cloud computing, επειδή είναι περισσότερο παρόμοιο με τον κατανεμημένο υπολογισμό από το cloud computing. Παρ'όλα αυτά, θεωρείται μια υποκατηγορία του cloud computing.
- Το cloud computing εθελοντών cloud-εθελοντών χαρακτηρίζεται ως η διασταύρωση των υπολογιστών δημόσιων πόρων και του cloud computing, όπου μια υποδομή υπολογιστικού νέφους κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας εθελοντικούς πόρους. Πολλές προκλήσεις προκύπτουν από αυτό το είδος υποδομής, λόγω της μεταβλητότητας των πόρων που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του και του δυναμικού περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργεί. Μπορεί επίσης να ονομαστεί σύννεφα ομότιμων ή ad-hoc σύννεφα. Μια ενδιαφέρουσα προσπάθεια προς την κατεύθυνση αυτή είναι το Cloud @ Home, στόχος του οποίου είναι η υλοποίηση υποδομής υπολογιστικού νέφους χρησιμοποιώντας εθελοντικούς πόρους που παρέχουν επιχειρηματικό μοντέλο για την παροχή κινήτρων για εισφορές μέσω οικονομικής αποκατάστασης [9].

Multicloud

Το Multicloud είναι η χρήση πολλαπλών υπηρεσιών cloud computing σε μια ενιαία ετερογενή αρχιτεκτονική, με στόχο να μειωθεί η εξάρτηση από μεμονωμένους πωλητές, να αυξηθεί η ευελιξία μέσω επιλογής, να διατηρηθεί μια μέση τιμή στην καταστροφή κ.λπ. Διαφέρει από το υβριδικό σύννεφο στο ότι αναφέρεται σε πολλαπλές υπηρεσίες cloud, (δημόσιο, ιδιωτικό, κληρονομιά) [8].

Σύννεφο μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων (big data)

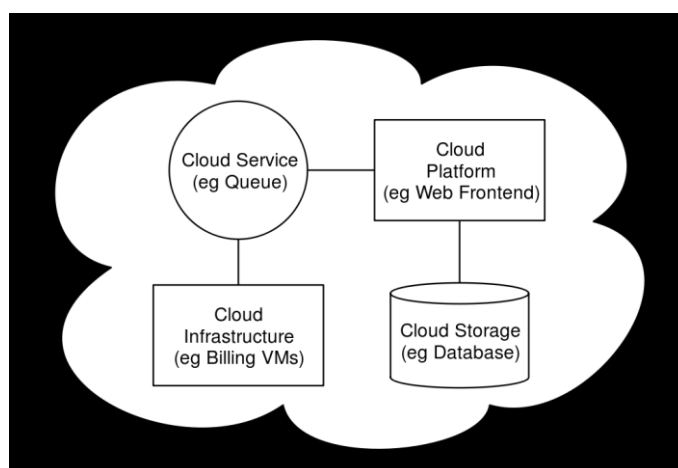
Τα ζητήματα που εξετάζονται είναι η μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων στο νέφος, καθώς και η ασφάλεια των δεδομένων όταν βρίσκονται στο σύννεφο. Αρχικά, δεν είχε υιοθετηθεί το cloud για μεγάλα δεδομένα, αλλά τώρα πλέον, πολλά δεδομένα προέρχονται από το σύννεφο. Με την εμφάνιση κενών διακομιστών, το σύννεφο έχει γίνει μια λύση για περιπτώσεις επιχειρηματικών αναλύσεων και γεωχωρικής ανάλυσης [11].

HPC Cloud

Το νέφος HPC αναφέρεται στη χρήση υπηρεσιών cloud computing και υποδομής για την εκτέλεση εφαρμογών υπολογιστών υψηλών επιδόσεων (High Performance Computing, HPC) [12]. Αυτές οι εφαρμογές απαιτούν σημαντική ποσότητα υπολογιστικής ισχύος και μνήμης και εκτελούνται παραδοσιακά σε συστοιχίες υπολογιστών. Το 2016, ένας μικρός αριθμός εταιρειών, συμπεριλαμβανομένων των R-HPC, Amazon Web Services, Univa, Silicon Graphics International, Sabalcore, Gomput και Penguin Computing, προσέφεραν ένα σύννεφο υπολογιστών υψηλών επιδόσεων. Το σύννεφο Penguin On Demand (POD) ήταν μια από τις πρώτες μη εξουσιοδοτημένες απομακρυσμένες υπηρεσίες HPC που προσφέρονται σε συνεχή βάση (pay-as-you-go) [13] [14]. Το Penguin Computing ξεκίνησε το σύννεφο HPC το 2016, ως εναλλακτική λύση στο Elastic Compute Cloud (EC2) της Amazon, το οποίο χρησιμοποιεί εικονικούς υπολογιστικούς κόμβους [15] [16].

Αρχιτεκτονική

Η αρχιτεκτονική σύννεφου αναφέρεται στα διάφορα τμήματα και υποτμήματα που απαρτίζουν τη δομή του σύννεφου. Η αρχιτεκτονική σύννεφου χωρίζεται σε δύο μέρη, το front end και το back end (εμπρόσθιο και πίσω άκρο). Το front end αφορά οτιδήποτε βλέπει ο χρήστης, συμπεριλαμβανομένων της σχεδίασης του ιστότοπου και κάποιων γλωσσών προγραμματισμού, όπως HTML και CSS. Το back end αφορά τον τρόπο που δουλεύει ο ιστότοπος, αναβαθμίζεται και αλλάζει. Αναφέρεται δηλαδή, σε οτιδήποτε ο χρήστης δε βλέπει στον περιηγητή του, όπως βάσεις δεδομένων (databases) και διακομιστές (servers).



Εικόνα 3. Ενδεικτική αρχιτεκτονική cloud computing

Τεχνολογία σύννεφων

Η τεχνολογία σύννεφων είναι η εφαρμογή των κλάδων της μηχανικής στον υπολογισμό του cloud. Παρέχει μια συστηματική προσέγγιση στις ανησυχίες υψηλού επιπέδου σχετικά με την εμπορευματοποίηση, την τυποποίηση και τη διακυβέρνηση στη σύλληψη, ανάπτυξη, λειτουργία και συντήρηση των συστημάτων υπολογιστικού νέφους. Πρόκειται για μια διεπιστημονική μέθοδο που περιλαμβάνει συμβολές από

διάφορους τομείς, όπως συστήματα, λογισμικό, ιστό, επιδόσεις, μηχανική τεχνολογίας πληροφοριών, ασφάλεια, πλατφόρμα, κίνδυνος και ποιοτική μηχανική.

Ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής

Το cloud computing δημιουργεί ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, επειδή ο πάροχος υπηρεσιών μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα που βρίσκονται στο σύννεφο ανά πάσα στιγμή. Θα μπορούσε τυχαία ή σκόπιμα να μεταβάλει ή να διαγράψει πληροφορίες [18]. Πολλοί πάροχοι νέφους μπορούν να μοιράζονται πληροφορίες με τρίτους χωρίς ένταλμα, αν αυτό είναι απαραίτητο για λόγους νόμου και τάξης. Αυτό επιτρέπεται στις πολιτικές απορρήτου τους, με τις οποίες πρέπει να συμφωνήσουν οι χρήστες, πριν αρχίσουν να χρησιμοποιούν υπηρεσίες cloud. Οι λύσεις για την προστασία της ιδιωτικής ζωής περιλαμβάνουν πολιτική και νομοθεσία καθώς και επιλογές των τελικών χρηστών ως προς τον τρόπο αποθήκευσης των δεδομένων [18]. Οι χρήστες μπορούν να κρυπτογραφήσουν τα δεδομένα που επεξεργάζονται ή αποθηκεύονται στο σύννεφο, για να αποτρέψουν την ανεπίτρεπτη πρόσβαση [19] [18]. Τα συστήματα διαχείρισης ταυτότητας μπορούν επίσης, να παρέχουν πρακτικές λύσεις στις ανησυχίες περί προστασίας της ιδιωτικής ζωής στις εφαρμογές του cloud computing. Αυτά τα συστήματα κάνουν διάκριση μεταξύ εξουσιοδοτημένων και μη εξουσιοδοτημένων χρηστών, και καθορίζουν το μέγεθος των δεδομένων που είναι προσβάσιμα σε κάθε οντότητα [10]. Τα συστήματα λειτουργούν δημιουργώντας και περιγράφοντας τις ταυτότητες, τις δραστηριότητες καταγραφής και την απαλλαγή από τις αχρησιμοποίητες ταυτότητες. Σύμφωνα με τη Συμμαχία Ασφάλειας Cloud, οι κυριότερες απειλές στο σύννεφο είναι οι διασυννοριακές διασυνδέσεις και τα API, η απώλεια δεδομένων, η διαρροή και η αποτυχία υλικού. Οι περιπτώσεις αυτές αντιπροσώπευαν το 64% όλων των διακοπών ασφαλείας του cloud. Μαζί, αυτά αποτελούν κοινές ευπάθειες της τεχνολογίας. Σε μια πλατφόρμα παροχής νέφους που μοιράζονται διάφοροι χρήστες, ενδέχεται οι πληροφορίες που ανήκουν σε διαφορετικούς πελάτες να βρίσκονται στον ίδιο διακομιστή δεδομένων. Επιπλέον, ο Eugene Schultz, επικεφαλής της τεχνολογίας στο Emagined Security, δήλωσε ότι οι

χάκερ ξοδεύουν σημαντικό χρόνο και προσπάθεια αναζητώντας τρόπους να διεισδύσουν στο σύννεφο. "Υπάρχουν μερικές αληθινές φτέρνες του Αχιλλέα στην υποδομή του cloud που κάνουν μεγάλες τρύπες για να εισέλθουν οι κακοί". Επειδή τα δεδομένα από εκατοντάδες ή χιλιάδες εταιρείες μπορούν να αποθηκευτούν σε μεγάλους διακομιστές σύννεφων, οι χάκερ μπορούν θεωρητικά να αποκτήσουν τον έλεγχο των τεράστιων καταστημάτων πληροφοριών μέσω μιας ενιαίας επίθεσης - μιας διαδικασίας που ονομάζεται "hyperjacking". Ορισμένα παραδείγματα περιλαμβάνουν την παραβίαση ασφαλείας Dropbox και τη διαρροή iCloud το 2014 [11]. Το Dropbox είχε παραβιαστεί τον Οκτώβριο του 2014, έχοντας πάνω από 7 εκατομμύρια κωδικούς πρόσβασης των χρηστών του κλεμμένους από χάκερ σε μια προσπάθεια να αποκτήσει χρηματική αξία από την Bitcoins (BTC). Έχοντας αυτούς τους κωδικούς πρόσβασης, οι παράνομα κάτοχοι είναι σε θέση να διαβάσουν τα ιδιωτικά δεδομένα καθώς και να αναπροσαρμόσουν αυτά τα δεδομένα από μηχανές αναζήτησης (καθιστώντας τις πληροφορίες δημόσιες) [11]. Υπάρχει το πρόβλημα της νόμιμης ιδιοκτησίας των δεδομένων μέσα από το ερώτημα: Εάν ένας χρήστης αποθηκεύσει κάποια δεδομένα στο σύννεφο, μπορεί ο προμηθευτής του cloud να επωφεληθεί από αυτό;. Πολλές συμφωνίες περί Όρων Παροχής Υπηρεσιών σιωπούν σχετικά με το ζήτημα της ιδιοκτησίας [12]. Ο φυσικός έλεγχος του εξοπλισμού πληροφορικής (ιδιωτικό σύννεφο) είναι πιο ασφαλής από το να υπάρχει ο εξοπλισμός εκτός χώρου και υπό τον έλεγχο κάποιου άλλου (δημόσιο σύννεφο). Αυτό παρέχει μεγάλο κίνητρο στους δημόσιους παρόχους υπηρεσιών cloud computing, να δώσουν προτεραιότητα στην οικοδόμηση και διατήρηση ισχυρής διαχείρισης ασφαλών υπηρεσιών [13]. Ορισμένες μικρές επιχειρήσεις που δε διαθέτουν τεχνογνωσία στην ασφάλεια ΤΠ, θα μπορούσαν να διαπιστώσουν ότι είναι πιο ασφαλές να χρησιμοποιούν ένα δημόσιο σύννεφο. Υπάρχει ο κίνδυνος οι τελικοί χρήστες να μην καταλαβαίνουν τα θέματα που εμπλέκονται κατά την πρόσβασή τους σε μια υπηρεσία σύννεφο (τα άτομα μερικές φορές δε διαβάζουν τις πολλές σελίδες της συμφωνίας παροχής συμβολαίων και απλά την αποδέχονται). Τώρα που το cloud computing γίνεται δημοφιλές και απαιτείται για να λειτουργήσει κάποια υπηρεσία, όπως για παράδειγμα για έναν ευφυή προσωπικό βοηθό (το Siri της Apple ή το Google Now), το θέμα της ασφάλειας είναι ακόμα πιο σημαντικό. Το ιδιωτικό σύννεφο θεωρείται πιο ασφαλές με υψηλότερα επίπεδα

ελέγχου για τον ιδιοκτήτη, ωστόσο το δημόσιο σύννεφο φαίνεται να είναι πιο ευέλικτο και απαιτεί λιγότερες επενδύσεις χρόνου και χρήματος από το χρήστη [11].

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Cloud Computing - Συμπέρασμα

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι επιχειρήσεις μπορούν να αποκομίσουν τεράστια οφέλη από το cloud computing. Ωστόσο, υπάρχουν και μερικά μειονεκτήματα. Ο καθένας θα πρέπει να αφιερώσει λίγο χρόνο για να κατανοήσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του cloud computing, ώστε να μπορέσει να αξιοποιήσει στο έπακρο την τεχνολογία της επιχείρησής του, ανεξάρτητα από τον προμηθευτή σύννεφων που επιλέγει.

Πλεονεκτήματα του Cloud Computing

Εξοικονόμηση κόστους

Ίσως το πιο σημαντικό πλεονέκτημα του cloud computing να είναι η εξοικονόμηση κόστους πληροφορικής. Οι επιχειρήσεις, ανεξάρτητα από το είδος ή το μέγεθός τους, έχουν ως στόχο να κερδίζουν χρήματα, διατηρώντας παράλληλα τα κεφάλαια και τα λειτουργικά έξοδα στο ελάχιστο. Με το cloud computing, εξοικονομείται σημαντικό κόστος κεφαλαίου με μηδενικές απαιτήσεις αποθήκευσης και εφαρμογής στο διακομιστή. Η έλλειψη υποδομών εντός των εγκαταστάσεων καταργεί επίσης, το σχετικό λειτουργικό τους κόστος υπό μορφή εξόδων, κλιματισμού και διοίκησης. Γίνεται πληρωμή μόνο για αυτό που χρησιμοποιείται και αποδεδυμένεται όποτε επιθυμεί ο πελάτης. Δεν υπάρχει, επομένως, επενδυμένο κεφάλαιο πληροφορικής. Είναι μια κοινή εσφαλμένη αντίληψη ότι μόνο οι μεγάλες επιχειρήσεις μπορούν να αντέξουν οικονομικά να χρησιμοποιήσουν το σύννεφο, όταν στην πραγματικότητα οι υπηρεσίες cloud είναι εξαιρετικά προσιτές και για τις μικρότερες επιχειρήσεις.

Αξιοπιστία

Με μια πλατφόρμα διαχειριζόμενων υπηρεσιών, το cloud computing είναι πολύ πιο αξιόπιστο και συνεκτικό από την εσωτερική υποδομή πληροφορικής. Οι περισσότεροι πάροχοι προσφέρουν μια συμφωνία επιπέδου υπηρεσιών που εγγυάται διαθεσιμότητα όλες τις ώρες και όλες τις ημέρες, σε ποσοστό 99,99%. Ο οργανισμός μπορεί να επωφεληθεί από ένα τεράστιο όγκο πλεονασμένων πόρων πληροφορικής, καθώς και από ένα γρήγορο μηχανισμό ανακατεύθυνσης. Σε περίπτωση αποτυχίας ενός διακομιστή, οι εφαρμογές και οι υπηρεσίες που φιλοξενούνται μπορούν να μεταφερθούν εύκολα σε οποιονδήποτε από τους διαθέσιμους διακομιστές.

Ευκολία στη χρήση του

Το cloud computing παρέχει βελτιωμένες και απλουστευμένες δυνατότητες διαχείρισης και συντήρησης πληροφορικής μέσω

- της κεντρικής διαχείρισης πόρων,
- της υποδομής που διαχειρίζονται πωλητές και
- συμφωνιών που υποστηρίζονται από το συμφωνητικό μεταξύ πάχου και πελάτη ως προς το επίπεδο εξυπηρέτησης (Service-Level Agreement, SLA).

Οι προσπάθειες για ενημέρωση και συντήρηση της υποδομής πληροφορικής εξαλείφονται, καθώς όλοι οι πόροι διατηρούνται από τον πάροχο υπηρεσιών. Απομένει μια απλή διεπαφή χρήστη που βασίζεται στο διαδίκτυο για πρόσβαση σε λογισμικό, εφαρμογές και υπηρεσίες - χωρίς την ανάγκη εγκατάστασης - και ένα συμφωνητικό SLA που εξασφαλίζει την έγκαιρη και εγγυημένη παράδοση, διαχείριση και συντήρηση των υπηρεσιών πληροφορικής.

Στρατηγική άκρη

Οι συνεχώς αυξανόμενοι υπολογιστικοί πόροι προσφέρουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών, καθώς ο χρόνος που χρειάζεται για τις προμήθειες πληροφορικής είναι ουσιαστικά μηδενικός. Η επιχείρηση μπορεί να αναπτύξει εφαρμογές κρίσιμης σημασίας που αποφέρουν σημαντικά επιχειρηματικά οφέλη, χωρίς προκαταβολικά έξοδα και με ελάχιστο χρόνο προμήθειας. Το cloud computing επιτρέπει να ξεχάσουμε την τεχνολογία και να εστιάσουμε στις κύριες επιχειρηματικές μας δραστηριότητες και στόχους. Μπορεί επίσης να μας βοηθήσει να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την κυκλοφορία νεότερων εφαρμογών και υπηρεσιών.

Μειονεκτήματα του Cloud Computing

Τεχνικές διακοπές

Καθώς οι πάροχοι υπηρεσιών σύννεφων φροντίζουν καθημερινά πολλούς πελάτες, μπορεί να κατακλυστούν και να αντιμετωπίσουν ακόμη και τεχνικές διακοπές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε προσωρινή αναστολή των επιχειρηματικών μας διαδικασιών. Επιπλέον, εάν η σύνδεσή μας στο διαδίκτυο είναι προσωρινά εκτός λειτουργίας, δε θα μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε καμία από τις εφαρμογές, το διακομιστή ή τα δεδομένα μας από το σύννεφο.

Ασφάλεια

Παρόλο που οι πάροχοι υπηρεσιών cloud εφαρμόζουν τα καλύτερα πρότυπα ασφαλείας και τις πιστοποιήσεις του κλάδου, η αποθήκευση δεδομένων και σημαντικών αρχείων σε εξωτερικούς παρόχους υπηρεσιών ενέχει πάντα κινδύνους. Η χρήση τεχνολογιών με τεχνολογία σύννεφου σημαίνει ότι πρέπει να παρέχεται στον πάροχο υπηρεσιών πρόσβαση σε σημαντικά επιχειρηματικά δεδομένα. Εν τω μεταξύ, η ύπαρξη δημόσιας υπηρεσίας οδηγεί τους παρόχους υπηρεσιών σύννεφο σε προκλήσεις ασφαλείας σε τακτική βάση. Η ευκολία στην προμήθεια και πρόσβαση σε υπηρεσίες cloud μπορεί επίσης να δώσει στους κακοποιούς χρήστες τη δυνατότητα να σαρώσουν, να εντοπίσουν και να εκμεταλλευτούν τα κενά και τα τρωτά σημεία ενός συστήματος. Για παράδειγμα, σε μια αρχιτεκτονική σύννεφων πολλαπλών μισθωτών, όπου φιλοξενούνται πολλοί χρήστες στον ίδιο διακομιστή, ένας χάκερ μπορεί να προσπαθήσει να αποκτήσει παράνομα τα δεδομένα άλλων χρηστών που φιλοξενούνται και αποθηκεύονται στον ίδιο διακομιστή. Εντούτοις, τέτοιου είδους εκμεταλλεύσεις και κενά ασφαλείας δεν είναι πιθανό να εμφανιστούν και η πιθανότητα συμβιβασμού δεν είναι μεγάλη.

Κλείδωμα προμηθευτή

Παρόλο που οι πάροχοι υπηρεσιών cloud υπόσχονται ότι το cloud θα είναι ευέλικτο για χρήση και ενσωμάτωση, η εναλλαγή των υπηρεσιών cloud είναι κάτι που δεν έχει εξελιχθεί ακόμη πλήρως. Οι οργανισμοί ενδέχεται να δυσκολεύονται να μεταφέρουν τις υπηρεσίες τους από έναν προμηθευτή σε άλλον. Η φιλοξενία και η ενσωμάτωση των σημερινών εφαρμογών σύννεφο σε άλλη πλατφόρμα μπορεί να οδηγήσει σε θέματα λειτουργικότητας και υποστήριξης. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές που

αναπτύσσονται στο Microsoft Development Framework (.Net) ενδέχεται να μην λειτουργούν σωστά στην πλατφόρμα Linux.

Περιορισμένος έλεγχος

Δεδομένου ότι η υποδομή του cloud ανήκει εξ ολοκλήρου, διαχειρίζεται και παρακολουθείται από τον πάροχο υπηρεσιών, μεταφέρει τον ελάχιστο έλεγχο στον πελάτη. Ο πελάτης μπορεί μόνο να ελέγχει και να διαχειρίζεται τις εφαρμογές, τα δεδομένα και τις υπηρεσίες που λειτουργούν πάνω από αυτό, και όχι την ίδια την υποδομή. Οι βασικές λειτουργίες διαχείρισης, όπως η πρόσβαση στο κέλυφος διακομιστή, η ενημέρωση και η διαχείριση του υλικού λογισμικού, ενδέχεται να μη μεταβιβάζονται στον πελάτη ή στον τελικό χρήστη.

Είναι εύκολο να καταλάβουμε πως τα πλεονεκτήματα του cloud computing ξεπερνούν εύκολα τα μειονεκτήματα. Μειωμένα κόστη, μειωμένος χρόνος διακοπής λειτουργίας και λιγότερη προσπάθεια διαχείρισης είναι οφέλη που δεν μπορούμε να παραβλέψουμε.

Βιβλιογραφία

1. Ali, M., Khan, S. U., & Vasilakos, A. V. (2015). Security in cloud computing: Opportunities and challenges. *Information sciences*, 305, 357-383.
2. Almorsy, M., Grundy, J., & Müller, I. (2016). An analysis of the cloud computing security problem. *arXiv preprint arXiv:1609.01107*.
3. Botta, A., De Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: a survey. *Future generation computer systems*, 56, 684-700.
4. Chen, X., Jiao, L., Li, W., & Fu, X. (2015). Efficient multi-user computation offloading for mobile-edge cloud computing. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 24(5), 2795-2808.
5. Da Cunha Rodrigues, G., Calheiros, R. N., Guimaraes, V. T., Santos, G. L. D., De Carvalho, M. B., Granville, L. Z., ... & Buyya, R. (2016, April). Monitoring of cloud computing environments: concepts, solutions, trends, and future directions. In *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 378-383). ACM.
6. Fu, Z., Sun, X., Liu, Q., Zhou, L., & Shu, J. (2015). Achieving efficient cloud search services: multi-keyword ranked search over encrypted cloud data supporting parallel computing. *IEICE Transactions on Communications*, 98(1), 190-200.
7. Gai, K., Qiu, M., Zhao, H., Tao, L., & Zong, Z. (2016). Dynamic energy-aware cloudlet-based mobile cloud computing model for green computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 59, 46-54.
8. Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information systems*, 47, 98-115.
9. Marinescu, D. C. (2017). *Cloud computing: theory and practice*. Morgan Kaufmann.

10. Martinez, F. R., & Pulier, E. (2015). *U.S. Patent No. 9,069,599*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
11. Nickolov, P., Armijo, B., & Miloushev, V. (2017). *U.S. Patent No. 9,578,088*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
12. Pulier, E., Martinez, F., & Hill, D. C. (2015). *U.S. Patent No. 8,931,038*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
13. Rao, R. V., & Selvamani, K. (2015). Data security challenges and its solutions in cloud computing. *Procedia Computer Science*, *48*, 204-209.
14. Rao, R. V., & Selvamani, K. (2015). Data security challenges and its solutions in cloud computing. *Procedia Computer Science*, *48*, 204-209.
15. Satyanarayanan, M. (2017). The emergence of edge computing. *Computer*, *50*(1), 30-39.
16. Stergiou, C., Psannis, K. E., Kim, B. G., & Gupta, B. (2018). Secure integration of IoT and cloud computing. *Future Generation Computer Systems*, *78*, 964-975.
17. Xia, Z., Wang, X., Zhang, L., Qin, Z., Sun, X., & Ren, K. (2016). A privacy-preserving and copy-deterrence content-based image retrieval scheme in cloud computing. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, *11*(11), 2594-2608.
18. Yang, C., Huang, Q., Li, Z., Liu, K., & Hu, F. (2017). Big Data and cloud computing: innovation opportunities and challenges. *International Journal of Digital Earth*, *10*(1), 13-53.
19. Leaf, E., Walsh, A., Voccio, P., Messerli, A. J., Thier, C. B., Dickinson, J. A., ... & Kolker, J. L. (2015). *U.S. Patent No. 9,141,410*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.