



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Π.Μ.Σ. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Ευστράτιος Κ. Γλάβας

Επιβλέπων: Ι. Χαραλαμπίδης, Επίκουρος Καθηγητής

Σάμος, Φεβρουάριος 2011



Συγκριτική ανάλυση υπηρεσιών Cloud Computing

Η Διπλωματική Εργασία
παρουσιάστηκε ενώπιον
του Διδακτικού Προσωπικού του
Πανεπιστημίου Αιγαίου

Σε Μερική Εκπλήρωση
των Απαιτήσεων για το Δίπλωμα του
Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών
Διοίκηση Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων
ΤΟΥ
Τμήματος Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

ΤΟΥ
ΓΛΑΒΑ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ
ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2011

Η ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΩΝ ΕΓΚΡΙΝΕΙ

ΤΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ ΓΛΑΒΑ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ:

Επίκουρος Καθηγητής Ι. Χαραλαμπίδης, Επιβλέπων 08/02/2010

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και
Επικοινωνιακών Συστημάτων

Επίκουρος Καθηγητής Ε. Λουκής, Μέλος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και
Επικοινωνιακών Συστημάτων

Επίκουρος Καθηγητής Σ. Κοκκολάκης, Μέλος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και
Επικοινωνιακών Συστημάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κάνοντας μία αναδρομή στην εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών, εύκολα βγαίνει το συμπέρασμα ότι υπήρξε αλματώδης και συνεχής, ενώ παράλληλα ξεχωρίζουν συγκεκριμένα ιστορικά σημεία και διακριτές χρονικές περίοδοι ανάπτυξης όπως: Από το 1960 μέχρι και περίπου το 1990 κυριαρχούσε η αρχιτεκτονική των Mainframe όπου μεγάλα υπολογιστικά συστήματα επιτελούσαν εξειδικευμένες λειτουργίες και ο προγραμματισμός τους ήταν κυρίως θέμα συνδεσμολογίας των μερών του συστήματος. Στα τέλη του 1980 αρχίζει και εμφανίζεται η νέα αρχιτεκτονική των υπολογιστών που είναι η αρχιτεκτονική Client - Server. Η αρχιτεκτονική αυτή βασίστηκε στην εμφάνιση των προσωπικών υπολογιστών και την ανάπτυξη των δικτύων υπολογιστών. Σε αυτή την περίοδο έχουμε τους Server οι οποίοι επιτελούν κάποιες συγκεκριμένες λειτουργίες και όλες τις υπόλοιπες τις επιτελούν οι προσωπικοί υπολογιστές με το λογισμικό που πλέον είναι εγκατεστημένο επάνω τους.

Προς τις αρχές του 2000 αρχίζει και εμφανίζεται η τεχνολογία “virtualization” η οποία και επιτρέπει σε ένα φυσικό server να φιλοξενεί δύο ή παραπάνω εικονικούς server. Η τεχνολογία αυτή αποτέλεσε τον πρόδρομο της νέας αρχιτεκτονικής, του Cloud Computing.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται από το Cloud Computing είναι ότι η διαθέσιμη υπολογιστική ισχύς συγκεντρώνεται σε ορισμένα Data Center όπου και εκτελούνται οι εφαρμογές. Οι χρήστες μπορούν μέσω διαδικτύου να προσπελάσουν τα δεδομένα που φιλοξενούνται στο Data Center και να χρησιμοποιήσουν τις εφαρμογές αυτές χωρίς να καταναλώσουν υπολογιστικούς πόρους στο μηχάνημά τους. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η εκτέλεση πολύπλοκων εφαρμογών από συσκευή χωρίς αυξημένους υπολογιστικούς πόρους όπως ένα κινητό τηλέφωνο.

Η εργασία αυτή έχει σαν στόχο να προσφέρει μία βαθύτερη κατανόηση του τι είναι Cloud Computing, ποια τα χαρακτηριστικά που το καθιστούν τεχνολογία του μέλλοντος, ποιοι οι υφιστάμενοι περιορισμοί που εμποδίζουν την ευρύτερη υιοθέτησή του από επιχειρήσεις και οργανισμούς. Στη συνέχεια, ακολουθεί μία ανάλυση για τις μετρίσιμες παραμέτρους των παρόχων υπηρεσιών Cloud Computing καθώς και σύγκριση κάποιων γνωστών παρόχων. Εν συνεχεία αναφέρονται τα ερευνητικά προγράμματα που εκπονούνται αυτό το διάστημα αναφορικά με την λειτουργικότητα και την ασφάλεια του Cloud Computing τόσο από επιχειρήσεις όσο και από κρατικούς οργανισμούς. Η εργασία αυτή ολοκληρώνεται με αναφορά κάποιων περιπτώσεων επιχειρήσεων ή οργανισμών που επωφελήθηκαν από την χρήση της τεχνολογίας Cloud Computing.

Γλάβας Ευστράτιος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

© 2011

ABSTRACT

Looking back at the development of computer technology, one comes to the conclusion that the advances in this field have been both rapid and continuous, while at the same time it can be argued that certain landmarks and distinct eras of development can be pointed out. For example, during the 1960s and up until the 1990s the Mainframe architecture was the dominant trend. In other words, big computer systems performed specialized operations and their programming was mainly based on connecting the different parts of the systems. In the late 1980s a new computer architecture, Client Server architecture, emerges. This architecture was based on the launch of personal computers and the development of computer networks. During this period, the servers perform only certain operations since the rest of them are performed by the software installed on the personal computers. In the late 1990s – early 2000s the virtualization technology begins to emerge. This technology allows a server to host two or more virtual ones and has been the precursor of the new architecture, Cloud Computing.

The technology used in Cloud Computing is the following: the available computer power is piled up in certain Data Centers where the applications are performed. The users can access the data hosted in the Data Center online and use the applications without consuming resources from their personal computer. This way, it is possible to perform complicated applications from a device with limited resources like a cellphone.

This project aims to provide a deeper understanding on Cloud Computing. Initially, it focuses on the features that render it the technology of the future as well as on the present limitations that slow down its implementation from businesses and organizations. Secondly, the measurable parameters of the Cloud Computing services providers are analyzed and a comparison is drawn between certain known providers. Following this, reference is made to the government and business funded research programs that are currently running on the functionality and security of Cloud Computing. Finally, the project is concluded with the presentation of cases of businesses and organizations that benefited from the use of Cloud Computing technology.

Glavas Efstratios

Department of Information and Communication Systems Engineering

UNIVERSITY OF THE AEGEAN

© 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ – ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Ι. Χαραλαμπίδη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Αθανάσιο Κλαδάκη και την δικτυακή κοινότητα Autoexec.gr για τις γνώσεις πάνω στην κατανόηση των νέων τεχνολογιών που τόσο πρόθυμα μοιράστηκαν και στο event ITPRODEV Connections που οργάνωσαν αλλά και στις μετέπειτα διαπροσωπικές επαφές.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω, την οικογένειά, τους φίλους και τους συμφοιτητές μου, για την συμπαράσταση και ψυχολογική υποστήριξη που μου προσφέρουν εδώ και χρόνια και για τη συμβολή τους στη ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Πίνακας Περιεχομένων

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ – ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ.....	6
Πίνακας Περιεχομένων	7
Ευρετήριο Εικόνων.....	9
Ευρετήριο Πινάκων	10
Εισαγωγή	11
1. Τι σημαίνει Cloud Computing.....	12
1.1. Είδη της υπηρεσίας Cloud Computing	12
1.2. Πλεονεκτήματα	17
1.3. Περιορισμοί.....	21
1.3.1. Ασφάλεια – Πολιτικές ασφαλείας.....	21
1.3.2. Ζητήματα Ιδιωτικότητας και απορρήτου	23
1.3.3. Διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφορετικών Cloud	27
2. Σύγκριση μεταξύ των παρόχων Υπηρεσιών Cloud Computing	28
2.1. Μετρήσιμα Χαρακτηριστικά	29
2.1.1. Επιδόσεις.....	29
2.1.2. Τεχνολογική Υποδομή	36
2.1.3. Αξιοπιστία και Συμφωνητικά παροχής Υπηρεσιών.....	44
2.1.4. Διαθεσιμότητα και χρήση APIs.....	49
2.1.5. Ασφάλεια & Πιστοποιήσεις.....	51
2.1.6. Κόστος	56
3. Έρευνες σχετικά με τις υπηρεσίες Cloud Computing.....	59
3.1. Unified Interface Cloud Project	59
3.2. Simple Cloud.....	59
3.3. Artifact-Centric Service Interoperation (ACSI)	60
3.4. Vision Cloud (Virtualized Storage Services Foundation for the Future Internet)...	62
3.5. Cloud TM (Transactional Memory).....	63
3.6. Cloud4SOA.....	64
3.7. Trustworthy Clouds (TClouds)	66

3.8.	G-Cloud (Government Cloud)	68
3.8.1.	Ιαπωνία.....	69
3.8.2.	Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής	70
3.8.3.	Ηνωμένο Βασίλειο.....	70
3.8.4.	Νότια Κορέα	70
3.8.5.	Αυστραλία	71
3.8.6.	Ελλάδα.....	71
4.	Case Studies.....	71
4.1.	Εταιρεία 3M.....	71
4.2.	Vernon Hills Police Department	72
4.3.	Gomez.....	72
4.4.	OnCampus	73
4.5.	Moxy Media.....	75
4.6.	InterSect	75
4.7.	Kantana Animation Studios	76
4.8.	Tweet Photo	76
5.	Συμπεράσματα	77
	Βιβλιογραφία	79

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Τα επίπεδα των υπολογιστικών συστημάτων και η σχέση τους με τους τύπους Cloud Computing. Πηγή: http://www.katescomment.com/iaas-paas-saas-definition/	14
Εικόνα 2: Παράδειγμα Hybrid Cloud. Πηγή: http://lingonlife.blogspot.com/2010/11/xcerion-icloud-hybrid-cloud-computing.html	16
Εικόνα 3: Οι υποδομές μιας ιστοσελίδας σε σχέση με την κίνηση εκτός Cloud. Πηγή: Αθανάσιος Κλαδάκης IT PRO DEV Connections Keynote.....	17
Εικόνα 4: Οι υποδομές μιας ιστοσελίδας σε σχέση με την κίνηση εντός Cloud. Πηγή: Αθανάσιος Κλαδάκης IT PRO DEV Connections Keynote.....	18
Εικόνα 5: Δείκτης ROI με On-premises και Cloud υποδομές. Πηγή: Αθανάσιος Κλαδάκης IT PRO DEV Connections Keynote	19
Εικόνα 6: a. Κατάσταση αδράνειας.....	20
Εικόνα 7: b. Αύξηση συνδέσεων από τους χρήστες.....	20
Εικόνα 8: c. Επιπρόσθετη αύξηση χρηστών	20
Εικόνα 9: Οι όροι της υπηρεσίας Scribd για την κυριότητα των δεδομένων	24
Εικόνα 10: Αλλαγή πολιτικής από την Google ως προς μία υπηρεσία της.....	25
Εικόνα 11: Οι όροι πνευματικής ιδιοκτησίας στο Scribd	25
Εικόνα 12: Οι όροι πνευματικής ιδιοκτησίας στο facebook	26
Εικόνα 13: Μετρήσεις ταχύτητας με απεικόνιση σε χάρη από την εταιρεία CloudSleuth	30
Εικόνα 14: Πίνακας με τους χρόνους απόκρισης από την εταιρεία CloudSleuth.....	30
Εικόνα 15: Διαθεσιμότητα τελευταίου μήνα σύμφωνα με την εταιρεία CloudSleuth.....	31
Εικόνα 16: BitCurrent - Η συνολική απόδοση ανά πάροχο	31
Εικόνα 17: BitCurrent - Μέτρηση ταχύτητας ιστοσελίδων στους παρόχους	32
Εικόνα 18: : BitCurrent – Δοκιμή επεξεργαστών των παρόχων.....	32
Εικόνα 19: BitCurrent - Δοκιμή των επεξεργαστών των παρόχων	33
Εικόνα 20: BitCurrent - Σφάλματα κατά τη διάρκεια των δοκιμών.....	33
Εικόνα 21: : BitCurrent - I/O test.....	33
Εικόνα 22: CloudCmp – Ανάλυση ανά λειτουργία των παρόχων	34
Εικόνα 23: Ανησυχίες σχετικά με το Cloud. Πηγή: IDC Enterprise Panel, 3Q2009.....	51
Εικόνα 24: : ISO 27001 Plan-do-check-act.....	54
Εικόνα 25: Πρότυπο Interoperable API από CCIF. Πηγή: http://code.google.com/p/unifiedcloud/	59
Εικόνα 26: Το όραμα της Microsoft για την χρήση υπηρεσιών Cloud. Πηγή: http://www.simplecloud.org/	60
Εικόνα 27: Η ανάπτυξη του Simple Cloud. Πηγή: http://www.simplecloud.org/	60
Εικόνα 28: Παράδειγμα δομής σύμφωνα με την μελέτη ACSI. Πηγή: Artifact-Centric Service Iteroperation.....	61
Εικόνα 29: Vision Cloud. Πηγή: http://www.visioncloud.eu/	63
Εικόνα 30: Παράδειγμα αυτόματης κατανομής πόρων στο Cloud TM. Πηγή: http://www.cloudtm.eu	64
Εικόνα 31: Παράδειγμα Αρχιτεκτονικής Cloud4SOA. Πηγή: http://www.cloud4soa.eu	65
Εικόνα 32: Λογική λειτουργίας TClouds. Πηγή: http://www.tclouds-project.eu	67

Εικόνα 33: Στάδια ανάπτυξης του ερευνητικού έργου TClouds. Πηγή: http://www.tclouds-project.eu	67
Εικόνα 34: Kasumigaseki Cloud. Πηγή: http://www.greentelecomlive.com	69
Εικόνα 35: Windows Azure & 3M.....	72
Εικόνα 36: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία Gomez. Πηγή: http://www.gogrid.com	73
Εικόνα 37: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία OnCampus. Πηγή: http://www.gogrid.com	74
Εικόνα 38: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία Moxxy Media. Πηγή: http://www.gogrid.com	75
Εικόνα 39: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία InterSect. Πηγή: http://www.gogrid.com ...	76

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Περιγραφή των επιπέδων Cloud Computing και ενδεικτικές υπηρεσίες που έχουν υλοποιηθεί.....	15
Πίνακας 2: Η "ποιότητα" της διαδικτυακής πρόσβασης παγκοσμίως	21
Πίνακας 3: Σχέση μήκους κωδικού με χρόνο προσπέλασης από Brute Force Attack	22
Πίνακας 4: Συγκριτικός Πίνακας μεταξύ παρόχων ως προς την διαθεσιμότητα και τις επιλογές υποδομής	35
Πίνακας 5: Συγκριτικός Πίνακας μεταξύ παρόχων ως προς την χρησιμοποιούμενη υποδομή	40
Πίνακας 6: Συγκριτικός Πίνακας μεταξύ παρόχων ως προς τα χαρακτηριστικά της υποδομής και υπηρεσίες.....	43
Πίνακας 7: Συγκριτικός πίνακας ως προς τους όρους των παρόχων	47
Πίνακας 8: Συγκριτικός Πίνακας ως προς τους όρους μεταξύ RackSpace & Amazon	48
Πίνακας 9: Συγκριτικός πίνακας ως προς τα APIs των παρόχων	51
Πίνακας 10: Περιγραφή των εκθέσεων SOC 1,2,3 κατά SSAE 16	53
Πίνακας 11: Σύγκριση SAS 70 και ISO 27001	54
Πίνακας 12: Σύγκριση των παρεχόμενων υπηρεσιών ασφαλείας των παρόχων.....	56
Πίνακας 13: Συγκριτικός Πίνακας τρόπου χρέωσης των υπηρεσιών των παρόχων.....	58

Εισαγωγή

Μέσα στο γενικότερο κλίμα οικονομικής ύφεσης που επικρατεί τα τελευταία χρόνια, ένας από τους πρώτους τομείς που πλήττεται είναι η πληροφορική. Οι τελικοί χρήστες πλέον θέλουν να πληρώνουν λιγότερα χρήματα για καλύτερες υπηρεσίες και για όσο τις χρησιμοποιούν. Από την άλλη οι ανάγκες για υπολογιστικούς πόρους δεν έχουν μετριαστεί, αλλά αντιθέτως ολοένα και αυξάνονται. Οι ανάγκες για υπολογιστικούς πόρους, μέχρι τώρα, είναι μία έννοια αλληλένδετη με τις ανάγκες για φυσικούς πόρους καθώς χρειαζόμαστε επιπλέον ρεύμα για τα μηχανήματα και τα συστήματα ψύξης, επιπλέον φυσικούς πόρους για την κατασκευή των κτηρίων και των μηχανημάτων, κοκ.

Η κατάσταση αυτή έχει αποτελέσει έναυσμα για πολλές ερευνητικές μελέτες σχετικά με το θέμα της βέλτιστης αξιοποίησης πόρων ώστε να υπάρχει η δυνατότητα της μείωσης των περιττών εξόδων και της αρνητικής επίπτωσης της τεχνολογίας στο περιβάλλον. Οι έρευνες αυτές κατέληξαν σε μία νέα τεχνολογία που ονομάστηκε Cloud Computing. Η τεχνολογία αυτή πήρε το όνομα "Cloud" καθώς δεν έχουμε πλέον μηχανήματα στον χώρο μας τα οποία συντηρούμε και μας δίνουν τους απαιτούμενους υπολογιστικούς πόρους, αλλά παίρνουμε τους πόρους μέσω διαδικτύου από «κάπου αλλού», από κάποιες άλλες εγκαταστάσεις σε άλλο σημείο του κόσμου.

Πρόκειται αδιαμφισβήτητα για μία τεχνολογία που ήρθε για να αλλάξει τον τρόπο που μέχρι τώρα χρησιμοποιούσαμε τα δίκτυα και τους υπολογιστές. Άλλωστε δεν είναι τυχαίο ότι από το 2009 η Gartner είχε προβλέψει ότι το 2010 η τεχνολογία που θα επικρατήσει θα είναι το Cloud Computing (1) και δεν είχε κάνει λάθος όπως αποδείχθηκε.

Στην διπλωματική αυτή εργασία γίνεται μελέτη του τι είναι η τεχνολογία Cloud Computing, ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά της, ποια τα οφέλη και ποιοι οι παράγοντες που αποτελούν - προς το παρόν - τροχοπέδη στην υιοθέτησή του από τις εταιρείες.

Εν συνεχεία αναφέρονται τα ερευνητικά προγράμματα που εκπονούνται αυτό το διάστημα αναφορικά με την λειτουργικότητα και την ασφάλεια του Cloud Computing τόσο από επιχειρήσεις όσο και από κρατικούς οργανισμούς. Η εργασία αυτή ολοκληρώνεται με αναφορά κάποιων περιπτώσεων επιχειρήσεων ή οργανισμών που επωφελήθηκαν από την χρήση της τεχνολογίας Cloud Computing.

1. Τι σημαίνει Cloud Computing

Ως Cloud Computing ορίζεται η δυνατότητα να πληρώνει ο πελάτης μόνο για υπηρεσίες (με την ευρεία έννοια) που χρησιμοποιεί, για όσο τις χρησιμοποιεί και για μόνο για όσους πόρους καταναλώνει και όλα αυτά με την μικρότερη δυνατή προσπάθεια (2) (3) (4) (5)

Τα χαρακτηριστικά του Cloud Computing είναι (6) (5) (7):

- **On-demand self-service:** Ο κάθε πελάτης να μπορεί να το χρησιμοποιήσει χωρίς να χρειάζεται την συμβολή εξειδικευμένου προσωπικού.
- **Αδιάλειπτη πρόσβαση από το δίκτυο:** Θα πρέπει να είναι διαθέσιμο από οποιαδήποτε συσκευή διαθέτει πρόσβαση στο δίκτυο.
- **Διαθεσιμότητα πόρων ανεξαρτήτως τοποθεσίας:** Όλη η προσπέλαση και η επεξεργασία των αποθηκευμένων δεδομένων είναι δυνατή χωρίς να έχει οριστεί κάποιο συγκεκριμένο υλικό στον πελάτη.
- **Προσαρμοστικότητα:** Οι πελάτες μπορούν να προσαρμόζουν τις υπηρεσίες στις ανάγκες της κάθε στιγμής.
- **Κοστολόγηση ανάλογη της χρήσης:** οι καταναλωτές πληρώνουν ανάλογα την χρήση των υπηρεσιών και των πόρων για το συμφωνημένο διάστημα.

1.1. Είδη της υπηρεσίας Cloud Computing

Την υπηρεσία Cloud Computing μπορούμε να την συναντήσουμε σε 3 μορφές¹ (6):

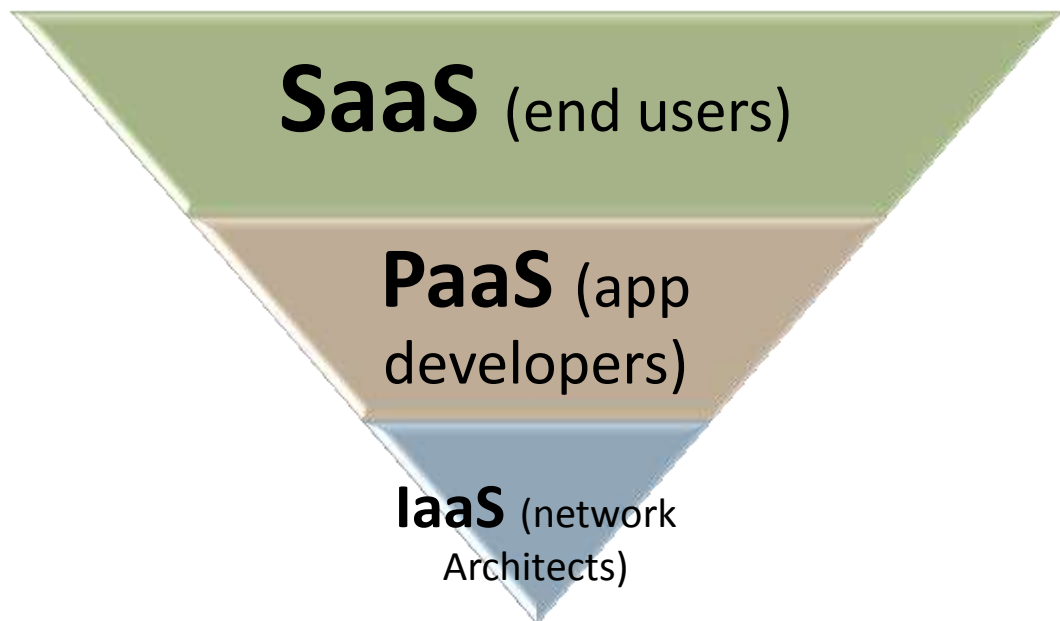
- **Software as a Service (SaaS):** Οι πελάτες χρησιμοποιούν μόνο το τελικό λογισμικό χωρίς να έχουν καμία εποπτεία του τρόπου λειτουργίας του και των τεχνικών λεπτομερειών.
- **Platform as a Service (PaaS):** Οι πελάτες νοικιάζουν από τον προμηθευτή τους την πλατφόρμα και τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού ώστε να το μεταπωλήσουν στους καταναλωτές (συνήθως σαν SaaS). Στην περίπτωση αυτή δεν έχουν κάποια εποπτεία στο υλικό του Server, το δίκτυο και γενικότερα την υποδομή.
- **Infrastructure as a Service (IaaS):** Οι πελάτες εδώ νοικιάζουν την υποδομή όπως υπολογιστική ισχύ, χώρους αποθήκευσης, εύρος ζώνης δικτύου και άλλους βασικούς πόρους ώστε να χρησιμοποιήσουν τον εξοπλισμό σύμφωνα με τις ανάγκες τους.

¹ Υπάρχει και η αναφορά στο **Desktop as a Service (DaaS)** όπου δεν έχει ο χρήστης έναν σταθερό υπολογιστή όπως σήμερα, αλλά ένα απλό μηχάνημα το οποίο αντλεί τις πληροφορίες του λογισμικού, τους πόρους και τα δεδομένα από τον Server. Χρησιμοποιείται σε μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμούς για ευκολότερη διαχείριση των πολλών τερματικών υπολογιστών. Δεν είναι ξεκάθαρη μορφή Cloud Computing, θα λέγαμε ότι είναι στο όριο της τεχνολογίας Virtualization με Cloud Computing.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Για να γίνει πιο κατανοητή η διαφοροποίηση μεταξύ των διαφορετικών ειδών Cloud Computing, ακολουθούν τρεις απεικονίσεις όπου φαίνονται τα όρια του κάθε είδους, ποιες οι συνηθισμένες χρήσεις και ποια η αλληλοεπικάλυψη με άλλα επίπεδα φυσικών μηχανημάτων.

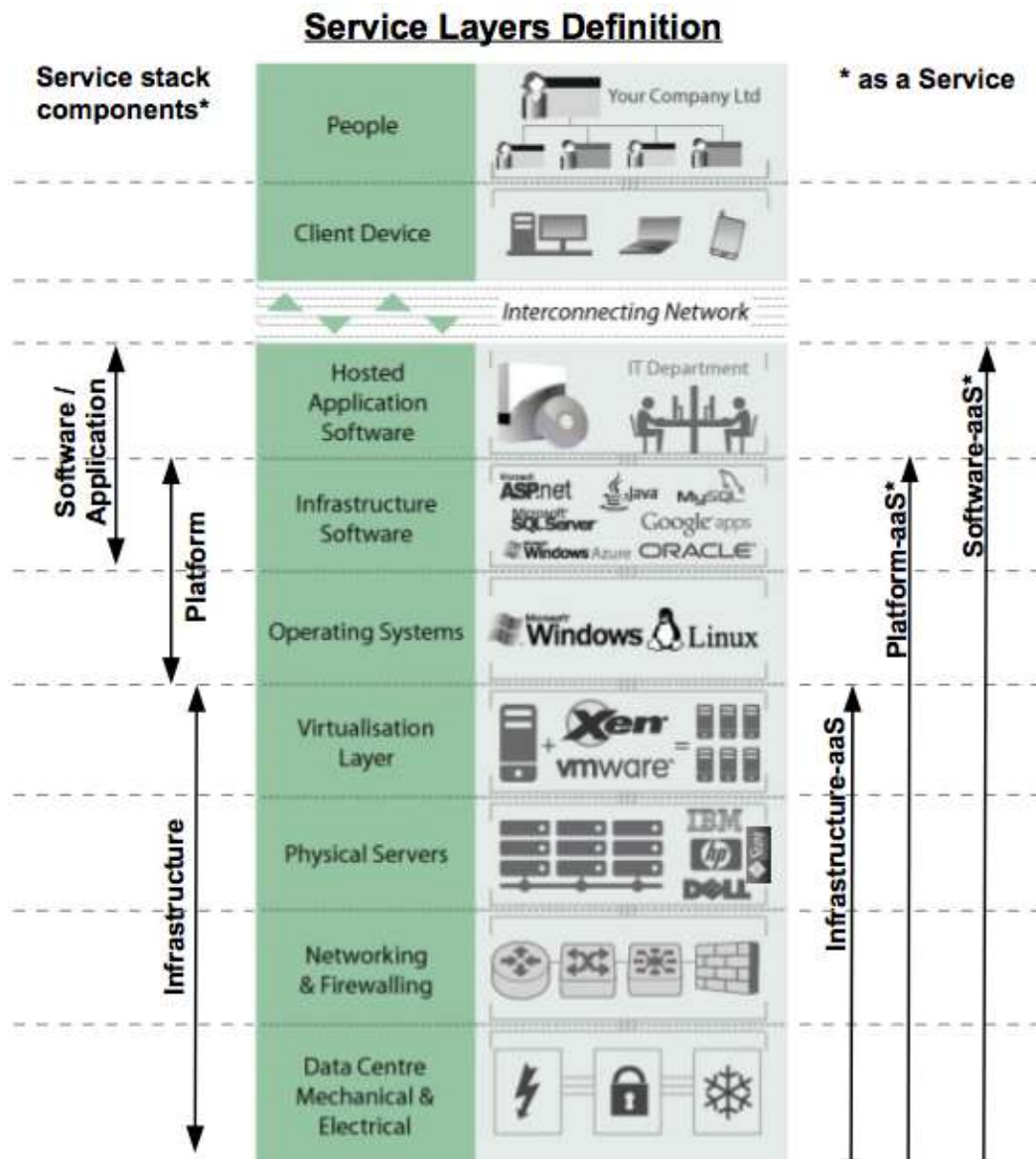
- Στο Σχεδιάγραμμα 1 έχουμε ένα διάγραμμα που περιγράφει την ενδεικτική χρήση των μορφών του Cloud και φαίνεται η προσδόκιμη χρηστικότητα για τους τελικούς χρήστες. Να σημειωθεί ότι χρησιμοποιείται το διάγραμμα αντιστραμμένης πυραμίδας καθώς η βάση της δόμησης είναι οι Υποδομές (IaaS) των οποίων οι πάροχοι είναι λιγστοί. Στη συνέχεια ακολουθούν οι πελάτες των υποδομών οι οποίοι παρέχουν κατάλληλα διαμορφωμένες πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού (PaaS) και οι πάροχοι αυτών των υπηρεσιών είναι περισσότεροι. Τέλος έχουμε τα τελικά προγράμματα (SaaS) που αναπτύχθηκαν πάνω σε κάποια πλατφόρμα προγραμματισμού που αναφέραμε και απευθύνονται στους τελικούς χρήστες. (8)



Σχεδιάγραμμα 1: Απεικόνιση επιπέδων Cloud. Πηγή: <http://www.saasblogs.com>

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

- Στην Εικόνα 1 απεικονίζεται ένα διάγραμμα όπου απεικονίζονται όλα τα επίπεδα των υπολογιστικών συστημάτων που μπορεί να χρησιμοποιήσει μία εταιρεία και πώς αυτά επικαλύπτονται από τα είδη του Cloud Computing. Στην εικόνα αυτή φαίνονται κάποια από τα συνηθέστερα εμπορικά διαθέσιμα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση του κάθε επιπέδου. Να σημειωθεί ότι σε υλοποιήσεις εντός της εταιρείας υπάρχει αγορά και ανάπτυξη των συστημάτων όλων των επιπέδων όπως αυτά απεικονίζονται (9)



Notes:
Brand names for illustrative / example purposes only, and examples are not exhaustive.

* Assumed to incorporate subordinate layers.

Εικόνα 1: Τα επίπεδα των υπολογιστικών συστημάτων και η σχέση τους με τους τύπους Cloud Computing.

Πηγή: <http://www.katescomment.com/iaas-paas-saas-definition/>

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

- Ακολουθεί ο Πίνακας 1 όπου περιγράφονται τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε επιπέδου και ενδεικτικές εφαρμογές όπου έχουν υλοποιηθεί στο κάθε επίπεδο. Στον πίνακα αυτό αναφέρεται ένα επιπλέον επίπεδο, το *App-Components as a service*. Το σύνηθες είναι ότι αυτό το επίπεδο περιλαμβάνεται στο επίπεδο Platform As a Service. Το τελευταίο επίπεδο του πίνακα αυτού (Physical Infrastructure) δεν αποτελεί είδος Cloud Computing αλλά είναι η βάση για την ανάπτυξη. Παρομοίως και για το επίπεδο Physical Infrastructure το οποίο το συναντάμε στο επίπεδο Infrastructure as a Service. Εδώ γίνεται ο διαχωρισμός διότι υπάρχουν και εταιρείες που προσφέρουν φυσικά μηχανήματα server και υπηρεσίες διαδικτύου και μετά ο χρήστης τα διαμορφώνει όπως θέλει (10)

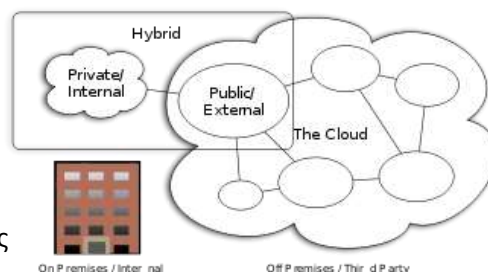
Επίπεδα Cloud	Προσφερόμενες Υπηρεσίες	Εμπορικά διαθέσιμες υπηρεσίες
Software as a Service	• Ιστοσελίδες με εμπλουτισμένο διαδραστικό περιβάλλον	• Flickr
	• Εφαρμογές που εμφανίζονται σαν ιστοσελίδες	• Myspace.com
	• Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο	• Gmail
	• Εργαλεία συνεργασίας και αύξησης παραγωγικότητας	• Cisco WebEx • Google Docs
	• Εφαρμογές με εργαλεία Cloud	• IBM Bluehouse
App-components as a Service	• Διεπαφές προγραμματισμού για χρήση και ενσωμάτωση συγκεκριμένων υπηρεσιών του διαδικτύου	• Amazon Flexible Payments Service and DavPay • Salesforce.com's AppExchange
	• Συνδυασμός υπηρεσιών διαδικτύου για την δημιουργία νέας κατά το πρότυπο SOA.	• Yahoo map API • Google Calendar API • zembly
Platform as a Service	• Πλατφόρμα γλώσσας προγραμματισμού για ανάπτυξη προγραμμάτων • Βάσεις Δεδομένων • Επιπλέον εργαλεία ανάπτυξης προγραμμάτων	• Google App engine and BigTable • Microsoft SQL server data services • Engine Yard • Salesforce.com
Infrastructure as a Service	• Εικονικοί Server • Αποθηκευτικοί χώροι • Εικονικά Δίκτυα • Διαχείριση συστημάτων	• Akamai • Amazon EC2 • Mosso • Nirvanix Storage Delivery Network
Physical Infrastructure	• Φυσικοί Server • Υπηρεσίες διαδικτύου	• GoDaddy.com • Rackspace • Savvis

Πίνακας 1: Περιγραφή των επιπέδων Cloud Computing και ενδεικτικές υπηρεσίες που έχουν υλοποιηθεί

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Και τα τρία είδη του Cloud Computing μπορούν να αναπτυχθούν σε 4 διαφορετικές μορφές (5) (6) (11):

- **Public Cloud:** Στην περίπτωση αυτή, όλη η υποδομή ανήκει σε μία οντότητα (π.χ. εταιρεία) και εμπορεύεται υπηρεσίες προς το ευρύ κοινό ή μεγάλες επιχειρήσεις.
- **Private Cloud:** Στην περίπτωση αυτή η υποδομή ανήκει ή νοικιάζεται από έναν οργανισμό (μπορεί να είναι και ολόκληρος ο δημόσιος τομέας ενός κράτους ή κάποια μικρότερη επιχείρηση) και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για να καλύψει τις ανάγκες του οργανισμού αυτού. Από το 2008 ερευνητής είχε προβλέψει ότι το μέλλον των εταιρικών δικτύων το αποτελεί το Private Cloud (11).
- **Community Cloud:** Η υποδομή ανήκει σε περισσότερες από μία οντότητες και χρησιμοποιείται από κοινού για να εξυπηρετήσει κοινά ενδιαφέροντα όπως ζητήματα ασφάλειας κ.α.
- **Hybrid Cloud:** Πρόκειται για συνδυασμό δύο ή περισσότερων μορφών Cloud (Private, Public, Community) όπου η οντότητα έχει τον δικό της εξοπλισμό που όμως με κατάλληλο τρόπο διασυνδέεται και αλληλεπιδρά με τον εξοπλισμό και τις υπηρεσίες του άλλου cloud. Συνηθέστερος συνδυασμός για να προκύψει το υβριδικό είναι η χρήση του Private με το Public.



Εικόνα 2: Παράδειγμα Hybrid Cloud. Πηγή: <http://lingonlife.blogspot.com/2010/11/xcerion-icloud-hybrid-cloud-computing.html>

Με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι περισσότερες εταιρείες οδηγούνται σε χρήση «εικονικών μηχανών», δηλαδή έχουν ένα φυσικό server και με κατάλληλο λογισμικό (όπως HyperV, VmWare, Citrix, κοκ) δημιουργούν άλλους εικονικούς. Με τον τρόπο αυτό έχουν καλύτερη εποπτεία των επιπλέον server με μικρότερο κόστος.

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται από τα προαναφερθέντα λογισμικά είναι να μπορούν πλέον να έχουν δυναμική αξιοποίηση των πόρων. Για παράδειγμα², με το λογισμικό HyperV της Microsoft³ είναι δυνατή η δυναμική χρήση της φυσικής μνήμης Ram ανάμεσα στα εικονικά μηχανήματα ή με την κατάλληλη παραμετροποίηση, είναι δυνατόν να συζευχθεί με τις υπηρεσίες Cloud της Microsoft και να κάνει κατανομή πόρων μεταξύ της φυσικής υποδομής που διαθέτει η εταιρεία και της υποδομής Cloud που διαθέτει η Microsoft. Έτσι δημιουργείται και το Hybrid Cloud.

² Οι άλλες εταιρείες που αναφέρθηκαν, έχουν αντίστοιχες δυνατότητες με το παράδειγμα, αλλά με τρόπους και διαδικασίες διαφορετικές η καθεμία.

³ Ισχύει για εκδόσεις Microsoft HyperV 2008R2 ή μεταγενέστερες.

1.2. Πλεονεκτήματα

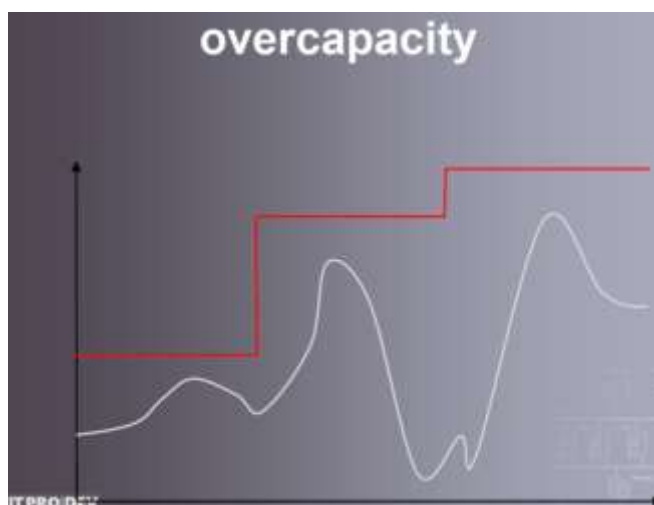
Όσοι αναφέρονται στο Cloud Computing το θεωρούν συνώνυμο με τις 4 παρακάτω έννοιες :

1. Scalability
2. Elasticity
3. Availability
4. Cost Benefit

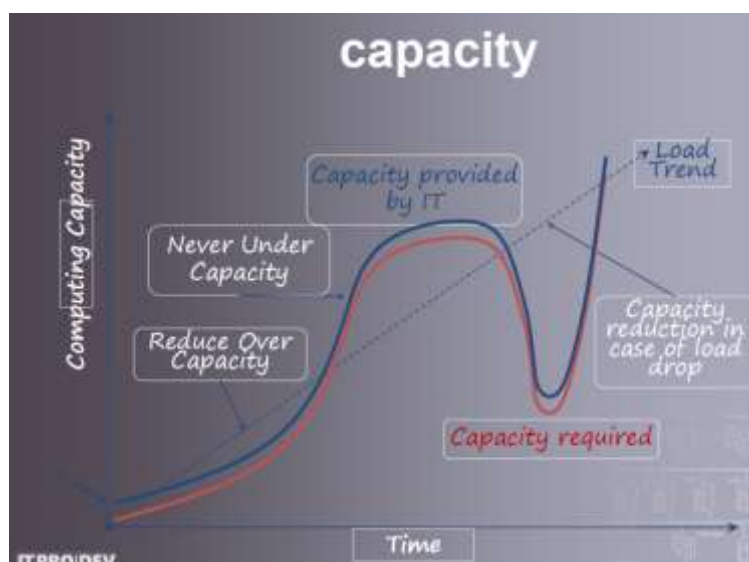
Είναι τέσσερις δείκτες – κλειδιά που φανερώνουν εάν και κατά πόσο είναι εφικτή η απόκτηση κάποιας υπηρεσίας Cloud.

Scalability: Αναφέρεται στην δυνατότητα κάλυψης των αυξανόμενων αναγκών στον χρόνο με τρόπο όμως αυτοματοποιημένο και γρήγορο ώστε να μην αντιμετωπιστεί κάποιο downtime. (12) (13)

Elasticity: Ο όρος αυτός αναφέρεται στην δυναμική κατανομή πόρων, δηλαδή την ικανότητα να δεσμεύει στιγμιαία μεγάλη ποσότητα πόρων για να καλυφθεί η ανάγκη και – αντίστοιχα – η στιγμιαία αποδέσμευσή τους μόλις το επιτρέψουν οι συνθήκες. Η ποιότητα αυτού του όρου είναι μετρίσιμη και εξαρτάται από την ταχύτητα δέσμευσης και αποδέσμευσης πόρων, το μέγιστο ποσό των πόρων που μπορεί να χρησιμοποιήσει και τις δυνατότητες μέτρησης πραγματικών αναγκών ώστε να χρησιμοποιήσει μόνο τους απολύτως απαραίτητους πόρους. (13) (12) . Για να γίνει κατανοητός ο όρος Elasticity, ακολουθούν δύο εικόνες. Στην Εικόνα 3, βλέπουμε την καμπύλη με λευκό χρώμα που αντιπροσωπεύει την κίνηση του διαδικτύου και με κόκκινο χρώμα την γραμμή που αντιπροσωπεύει το μέγιστο όριο κίνησης που μπορεί να εξυπηρετήσει ο εξοπλισμός μας. Βλέπουμε ότι για να μην έχουμε ανικανοποίητους πελάτες αναγκαζόμαστε να έχουμε εξοπλισμό που το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μένει ανενεργός. Στην Εικόνα 4 βλέπουμε την κόκκινη καμπύλη που είναι η κίνηση της ιστοσελίδας και βλέπουμε και την μπλε καμπύλη που είναι η μέγιστη ανοχή μας εκείνη τη στιγμή. Στη δεύτερη περίπτωση τα όρια ανοχής μας είναι πιο ελαστικά και έχουμε καλύτερη αξιοποίηση πόρων.



Εικόνα 3: Οι υποδομές μιας ιστοσελίδας σε σχέση με την κίνηση εκτός Cloud. Πηγή: Αθανάσιος Κλαδάκης IT PRO DEV Connections Keynote



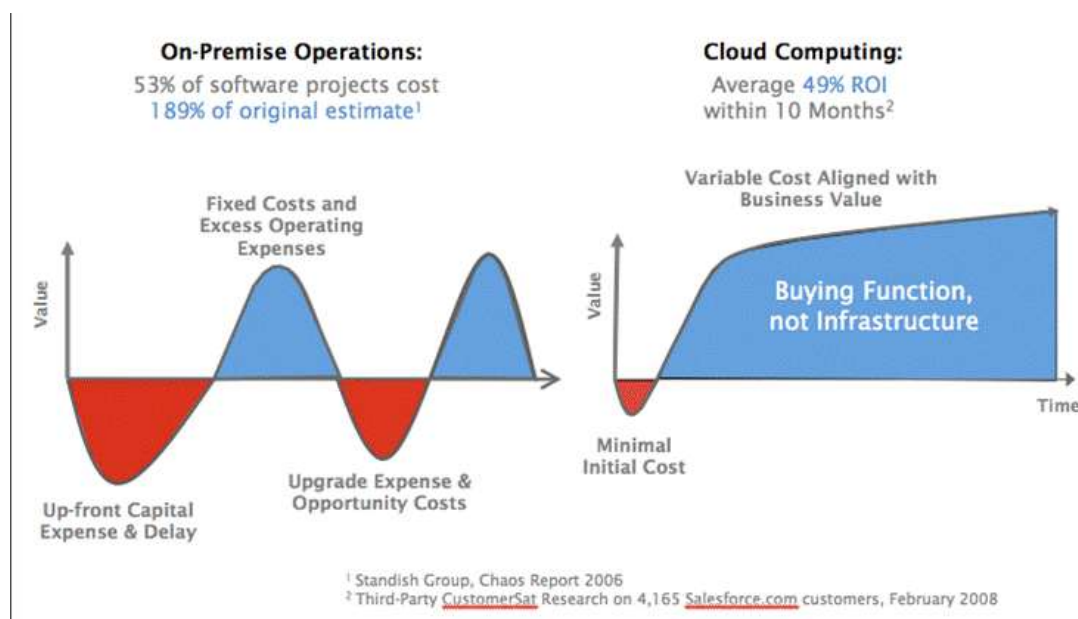
Εικόνα 4: Οι υποδομές μιας ιστοσελίδας σε σχέση με την κίνηση εντός Cloud. Πηγή: Αθανάσιος Κλαδάκης IT PRO DEV Connections Keynote

Availability: Με τον όρο αυτό περιγράφεται ότι για να είναι το σύστημα αξιόπιστο θα πρέπει να εμφανίζει και μεγάλα ποσοστά χρόνου διαθεσιμότητας ώστε οι πελάτες να είναι ικανοποιημένοι και να μην αποτελέσει κάποιο downtime αιτία για απώλεια δεδομένων ή και κατά συνέπεια χρημάτων. Οι σύγχρονοι παροχείς υπηρεσιών Cloud το εγγυώνται αυτό χρησιμοποιώντας υποδομές αποκεντρωμένες και με δυνατότητες άμεσης απόκρισης σε περιπτώσεις καταστροφών.

Cost Benefit: Λαμβάνοντας υπόψη μας τους προηγούμενους παράγοντες που πρέπει να ισχύουν για να ορίσουμε αποδοτική υπηρεσία Cloud Computing, καταλήγουμε στην κατεξοχήν μέτρηση της υπηρεσίας αυτής, το τελικό της κόστος. Θα πρέπει σε κάθε περίπτωση το κόστος της υλοποίησης της υπηρεσίας να είναι μικρότερο ή ίσο με το αντίστοιχο κόστος της ανάπτυξης της υπηρεσίας σε εγκαταστάσεις του οργανισμού ή της επιχείρησης. Το μοντέλο χρέωσης είναι γνωστό και σαν “Pay As You Go” ή σε μετάφραση, πληρώνεις για όσους πόρους χρησιμοποιείς όσο τους χρησιμοποιείς.

Ο δείκτης που περιγράφει το συμφέρον μίας επένδυσης είναι ο δείκτης ROI (Return of Investment). Στην εικόνα Εικόνα 5 φαίνεται διαγραμματικά η απόδοση και το κέρδος που έχουμε με τη χρήση υποδομών Cloud. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κέρδος δεν παρουσιάζει κάμψη όπως συμβαίνει με το διάγραμμα όπου έχουμε υποδομές στις εγκαταστάσεις της εταιρείας.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing



Εικόνα 5: Δείκτης ROI με On-premises και Cloud υποδομές. Πηγή: Αθανάσιος Κλαδάκης IT PRO DEV Connections Keynote

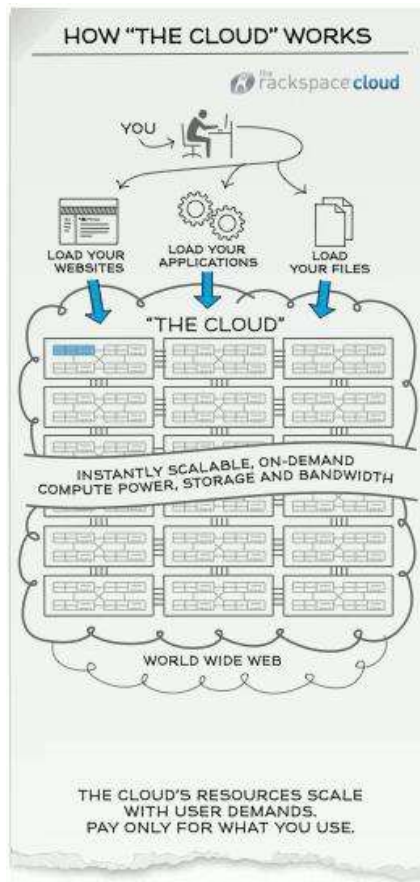
Μία άλλη οπτική του κόστους του Cloud Computing είναι η μετατροπή των κεφαλαίων που αφορούν την απόκτηση παγίων και την απόσβεσή τους σε λειτουργικά έξοδα. Σε πολλές περιπτώσεις βέβαια, τα λειτουργικά έξοδα γίνονται λιγότερα από τα αντίστοιχα απόκτησης παγίων.

Ακολουθεί μία αλληλουχία εικόνων όπου διακρίνεται σχηματικά πώς όταν αυξάνεται η ζήτηση πόρων, αυξάνονται και οι διαθέσιμοι πόροι πληρώνοντας μόνο για όσους πόρους είναι απαραίτητοι και για το χρονικό διάστημα που τους χρησιμοποιούμε. Να σημειωθεί ότι αντίστοιχα όταν μειώνονται οι απαιτήσεις, μειώνονται και οι πόροι αλλά για λόγους οικονομίας χώρου, δε θα φανεί στην αλληλουχία.

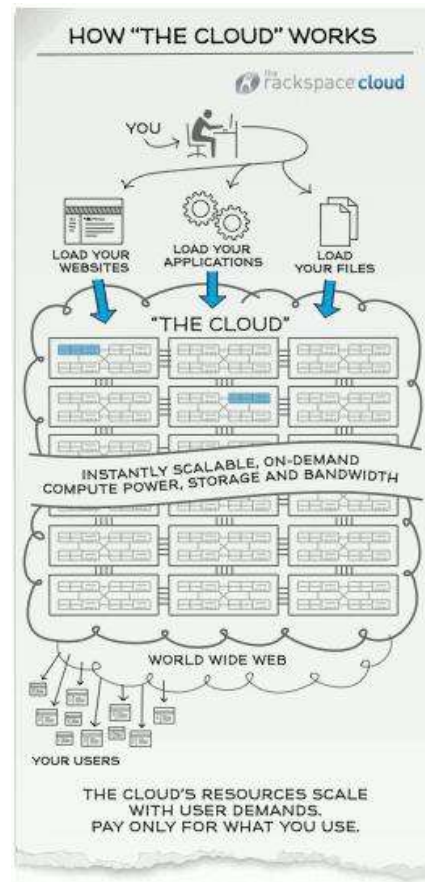
- ❖ Στην Εικόνα 6 εμφανίζεται περιγραφικά ο χρήστης, η υποδομή Cloud και οι συνδέσεις πελατών (στο τελευταίο επίπεδο όπου γράφει world wide web). Στην αρχή νοικιάζουμε «1 server» από τον πάροχο υπηρεσιών Cloud για να μπορέσουμε να αναπτύξουμε την εφαρμογή μας και ό,τι άλλο χρειαζόμαστε.
- ❖ Στην συνέχεια αρχίζουν οι εφαρμογές μας να προσπελούνται από χρήστες κι έτσι στην Εικόνα 7 με την αύξηση των απαιτήσεων σε πόρους, δεσμεύουμε και ακόμα ένα server από την υποδομή του παρόχου.
- ❖ Με την αύξηση της δημοτικότητας των εφαρμογών μας, αυξάνονται οι χρήστες κι έτσι στην Εικόνα 8 δεσμεύουμε 3 επιπλέον server.

Αντίστοιχα όταν μειώνεται η ζήτηση των εφαρμογών μας από τους χρήστες, αποδεσμεύονται και οι επιπλέον server χωρίς καθυστέρηση. Αυτή η διαδικασία έχει σαν αποτέλεσμα, ο λόγος κόστους υποδομών προς το κέρδος να παραμένει σταθερός εν αντιθέσει με την περίπτωση όπου πιθανόν να είχαμε υποδομές για να καλύψουμε τη μέγιστη ζήτηση των χρηστών. Στην τελευταία περίπτωση είναι εύλογο ότι για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, οι υποδομές θα έμεναν αναξιοποίητες.

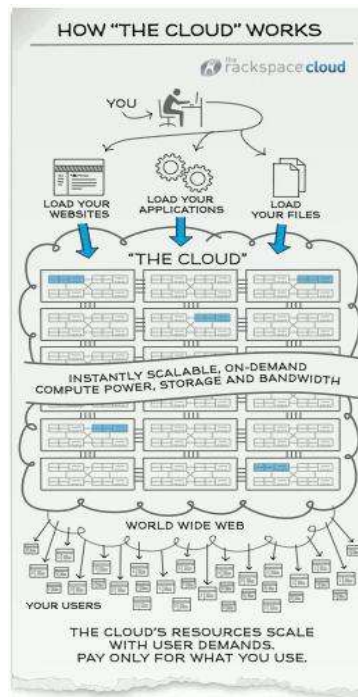
Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing



Εικόνα 6: α. Κατάσταση αδράνειας



Εικόνα 7: β. Αύξηση συνδέσεων από τους χρήστες



Εικόνα 8: γ. Επιπρόσθετη αύξηση χρηστών

1.3. Περιορισμοί

Την παρούσα χρονική στιγμή και με την εξέλιξη της τεχνολογίας που λαμβάνει χώρα, οι τεχνικοί περιορισμοί εμφανίζονται κυρίως στην πλευρά του καταναλωτή και στη διαθεσιμότητα διαδικτυακής πρόσβασης υψηλών ταχυτήτων τόσο κατά την αποστολή δεδομένων, όσο και κατά τη λήψη. Ο Πίνακας 2 μας δίνει την δυνατότητα να δούμε μετρήσεις σύμφωνα με το Internet Traffic Report ανά Ήπειρο σχετικά με την ποιότητα της πρόσβασης στο διαδίκτυο.

Ήπειρος	Βαθμολογία	Μέσος χρόνος απόκρισης (ms)	Μέση ποσότητα (%) χαμένων πακέτων
Ασία	64	350	16 %
Αυστραλία	83	163	0 %
Ευρώπη	81	187	5 %
Βόρεια Αμερική	76	230	18 %
Νότια Αμερική	85	147	0 %

Πίνακας 2: Η "ποιότητα" της διαδικτυακής πρόσβασης παγκοσμίως

Από τη μεριά των εταιρειών, τα Data Center τα κατασκευάζουν αποκεντρωμένα και σε περιοχές κατά το δυνατόν οικονομικότερα. Έτσι έχουμε data center σε ρυμουλκούμενες πλατφόρμες για να τοποθετούνται στις απαιτούμενες περιοχές χρησιμοποιώντας μόνο νερό (για ψύξη), ρεύμα και παροχή διαδικτύου⁴ ή γίνονται έρευνες για υποθαλάσσια εγκατάσταση data center με στόχο την εξοικονόμηση πόρων από την ψύξη⁵.

Βέβαια επειδή η τεχνολογία αυτή είναι σχετικά καινούρια, υπάρχουν περιπτώσεις όπου μέρος ή και όλες οι υπηρεσίες κάποιου παρόχου μπορούν να τεθούν εκτός λειτουργίας.

Εκτός από τους φυσικούς περιορισμούς, υπάρχουν και περιορισμοί από άλλες παραμέτρους συνήθως από τους καταναλωτών. Συνοπτικά να αναφέρουμε ότι οι περιορισμοί αυτοί έχουν να κάνουν κυρίως με θέματα ασφάλειας δεδομένων, πολιτικών ασφαλείας, εμπιστευτικότητα και διαθεσιμότητα των δεδομένων.

1.3.1. Ασφάλεια - Πολιτικές ασφαλείας

Αυτή τη στιγμή, το πλεονέκτημα που υπάρχει στην κεντρική διαχείριση των υπολογιστικών συστημάτων που βρίσκονται σε ιδιοκτησία της εταιρείας είναι ο πλήρης έλεγχος των πολιτικών ασφαλείας που υπάρχουν και ο πλήρης έλεγχος χρήσης και

⁴ Πρόκειται για μία καινοτομία της Microsoft. Ετοιμάζει ρυμουλκούμενες πλατφόρμες με παραμετροποιημένους server και τις αποστέλλει στις περιοχές όπου κρίνει ότι μπορούν να αποδώσουν τα μέγιστα. Εκεί οι απαιτήσεις είναι: φυσική ασφάλεια του χώρου, παροχή ηλεκτρικού ρεύματος για την τροφοδοσία των μηχανημάτων, παροχή νερού για την ψύξη των μηχανημάτων και παροχή διαδικτύου για την σύνδεσή των μηχανημάτων. Ένα βίντεο παράδειγμα: <http://www.microsoft.com/showcase/en/us/details/36db4da6-8777-431e-aefb-316ccbb63e4e>

⁵ Η Google έχει κατοχυρώσει σαν πατέντα τα υποθαλάσσια Data Center. Υπήρχε η σκέψη εγκατάστασης ενός μεγάλου στην Γροιλανδία. Περισσότερες πληροφορίες: <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2008/09/06/google-planning-offshore-data-barges/>

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

προσπέλασής τους. Επί πλέον, από την μεριά των χρηστών, χρειάζονταν να θυμούνται μόνο ένα – ή το πολύ δύο – κωδικούς για να έχουν πρόσβαση στους πόρους της εταιρείας, οι οποίοι κωδικοί μπορούσαν να υπακούουν στις πολιτικές ασφαλείας και να πληρούν ελάχιστο μήκος – διάταξη και περιοδικότητα αλλαγής. Ο Πίνακας 3 περιγράφει τους κατά προσέγγιση απαιτούμενους χρόνους για να βρεθεί ένας κωδικός αναλόγως του μεγέθους του και της πολυπλοκότητάς του όταν γίνεται επίθεση “Brute Force Attack”⁶.

Μέγεθος κωδικού	Όλοι οι χαρακτήρες	Μόνο μικρά γράμματα
3 χαρακτήρες	0,86 δευτερόλεπτα	0,02 δευτερόλεπτα
4 χαρακτήρες	1,36 λεπτά	0,046 δευτερόλεπτα
5 χαρακτήρες	2,15 ώρες	11,9 δευτερόλεπτα
6 χαρακτήρες	8,51 ημέρες	5,15 λεπτά
7 χαρακτήρες	2,21 χρόνια	2,23 ώρες
8 χαρακτήρες	2,10 αιώνες	2,42 ημέρες
9 χαρακτήρες	20 χιλιετίες	2,07 μήνες
10 χαρακτήρες	1899 χιλιετίες	4,48 χρόνια
11 χαρακτήρες	180365 χιλιετίες	1,16 αιώνες
12 χαρακτήρες	17184705 χιλιετίες	3,03 χιλιετίες
13 χαρακτήρες	1627797068 χιλιετίες	78,7 χιλιετίες
14 χαρακτήρες	154640721434 χιλιετίες	2046 χιλιετίες

Πίνακας 3: Σχέση μήκους κωδικού με χρόνο προσπέλασης από Brute Force Attack

Υιοθετώντας μία λύση Cloud Computing, αυτομάτως προστίθενται και άλλοι κωδικοί για τους χρήστες και προκύπτουν ζητήματα διαχείρισης των κωδικών. Στην περίπτωση δε που δεν έχουμε μόνο μία υπηρεσία Cloud αλλά περισσότερες, οι χρήστες αναγκάζονται να απομνημονεύουν επιπλέον κωδικούς, οπότε εκ των πραγμάτων αναγκάζονται να ορίζουν κωδικούς που θα μπορούν να τους θυμούνται είτε μέσω κάποιας λογικής αλληλουχίας σκέψεων είτε θα βάζουν ασθενείς κωδικούς. Το παραπάνω κενό ασφαλείας δε θα μπορεί εύκολα να αντιμετωπιστεί σε μία μεγάλη εταιρεία όταν δε θα υπάρχει κεντρική διαχείριση των συστημάτων και των πολιτικών ασφαλείας. (14)

Αναπόσπαστο κομμάτι της ασφάλειας των υπολογιστικών συστημάτων μιας εταιρείας είναι οι διαδικασίες ελέγχου ευπαθειών και εφαρμογής των πολιτικών ασφαλείας (security audit). Μία μεγάλη εταιρεία παροχής υπηρεσιών Cloud είναι σχεδόν απίθανο να επιτρέπει στον κάθε πελάτη της να εκτελεί διαδικασίες ελέγχου. Επιπροσθέτως, η τήρηση αρχείων από τις λειτουργίες του κάθε χρήστη (Log Files)⁷ για τον κάθε πελάτη της έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλου όγκου αρχείων που είναι δύσκολο να διερευνηθούν σε περίπτωση που χρειαστεί. Ακόμη, ανάλογα με την νομοθεσία που ισχύει για τον πάροχο,

⁶ **Brute Force Attack:** Είναι η επίθεση εκείνη όπου ο επιτιθέμενος δοκιμάζει διαδοχικά όλους τους διαθέσιμους συνδυασμούς μέχρι να βρει τον σωστό κωδικό. Η επίθεση αυτή εκτός από γνώσεις απαιτεί και μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Στο σύγχρονο περιβάλλον συνήθως η επίθεση δε γίνεται από ένα απλό μηχάνημα, αλλά από συνδυασμό μηχανημάτων τα οποία περιήλθαν στην διάθεση του επιτιθέμενου με την εγκατάσταση κακόβουλου λογισμικού.

⁷ Πρέπει να τηρούνται αναλυτικά LogFile από τις εταιρείες ώστε να είναι δυνατό να γίνει ταυτοποίηση των συμβάντων και ανάλυση του τι προκάλεσε κάποιο κενό ασφαλείας ή κάποια αστοχία του λογισμικού.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

μπορεί για να επιτρέψει την πρόσβαση στα αρχεία αυτά να ζητήσει νομική συμβολή και αίτηση προς τα αρμόδια δικαστικά όργανα. (15)

Στην θεματολογία της ασφάλειας των δεδομένων, ανήκουν και οι πολιτικές Disaster Recovery⁸. Οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών Cloud συνήθως δεν αποκαλύπτουν την θέση όπου βρίσκονται τα Data Center τους, αλλά αρκούνται να δηλώσουν ότι βρίσκονται σε διάφορες περιοχές ανά τον πλανήτη. Επιπλέον, δεν αναφέρονται σε συγκεκριμένα σχέδια Disaster Recovery αλλά περιορίζονται στο να αναφέρουν ότι υπάρχει τέτοιο σχέδιο. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται ερωτηματικά σχετικά με την αξιοπιστία των σχεδίων αυτών. Μία πρακτική αντιμετώπισης αυτής της αβεβαιότητας είναι η δέσμευση του παρόχου με συμβόλαιο ότι αποθηκεύει τα δεδομένα και σε μία άλλη ασφαλή τοποθεσία αποκλειστικά για χρήση σε περίπτωση καταστροφής. Μία άλλη συνηθισμένη πρακτική είναι η λήψη τοπικών αντιγράφων ασφαλείας από τον πελάτη της εταιρείας παροχής υπηρεσιών Cloud στις εγκαταστάσεις του (on –premises) από τα ευαίσθητα δεδομένα του. (15)

Στον τομέα της ασφάλειας και στις ανησυχίες των πελατών ως προς την ασφαλή μετάβαση στον πάροχο υπηρεσιών Cloud ανήκει και το προσωπικό που έχει στη διάθεσή του ο πάροχος. Είναι σημαντικό με κάποιο τρόπο να γνωρίζει ο πελάτης για το ποιόν, την επαγγελματικότητα και την εχεμύθεια του προσωπικού ώστε να αποφεύγονται δυσάρεστες καταστάσεις. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι όταν ένας μηχανικός της εταιρείας Google, χρησιμοποιώντας τα δικαιώματα πρόσβασης που είχε, μπήκε σε λογαριασμούς ανηλίκων παιδιών. Όταν το αντιλήφθηκαν οι γονείς, τον κατήγγειλαν και η Google τον απέλυσε. Βλέπουμε από αυτό το παράδειγμα ότι σε κάποια άλλη περίπτωση κάποιος υπάλληλος θα είχε την δυνατότητα να υποκλέψει ευαίσθητα δεδομένα κάποιας εταιρείας ή κάποιου οργανισμού που πιθανόν να υπήρχαν αποθηκευμένα.

Τέλος, ζήτημα ασφαλείας αποτελούν και οι επιθέσεις με στόχο την καθυστέρηση εξυπηρέτησης των πελατών της εταιρείας (επιθέσεις Denial of Service DOS). Πρόσφατο παράδειγμα αποτελούν οι πολλές επιθέσεις που σχετίζονται με την υπόθεση της ιστοσελίδας Wikileaks. Ξεκίνησε η ιστοσελίδα αυτή να δέχεται επίθεση από αγνώστους η οποία και απείλησε την σταθερότητα των υπηρεσιών που προσέφερε ο πάροχός της με αποτέλεσμα, ο πάροχος να διακόψει την συνεργασία με την ιστοσελίδα. Στη συνέχεια ομάδα από χάκερ αντεπιτέθηκαν με επιθέσεις DOS στις εταιρείες που διέκοψαν την συνεργασία με την ιστοσελίδα αυτή με στόχο (κατά δήλωσή τους) όχι να διακοπεί η παροχή των υπηρεσιών από τις εταιρείες, αλλά να υπερφορτωθεί το δίκτυό τους σε τέτοιο βαθμό ώστε να γίνει αντιληπτό από τους καταναλωτές τους.

1.3.2. Ζητήματα Ιδιωτικότητας και απορρήτου

Επιπλέον ζητήματα που έχουν απασχολούν τις επιχειρήσεις προτού να υιοθετήσουν λύσεις Cloud Computing έχουν να κάνουν με τις προοπτικές επιβίωσης που εμφανίζει ο

⁸ Disaster Recovery: Πρόκειται για ενέργειες που πρέπει να γίνουν μετά από κάποια καταστροφή (φυσική όπως πλημμύρα, φωτιά, κτλ ή τεχνική όπως καταστροφή των δίσκων των server) ώστε στο μικρότερο δυνατό διάστημα να είναι και πάλι λειτουργικά τα συστήματα της εταιρείας. (58)

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

εκάστοτε πάροχος, με τα πνευματικά δικαιώματα, με τον κίνδυνο επιθέσεων από τρίτους προς τον πάροχο.

Είναι κοινός τόπος ότι στις επιχειρήσεις οι αλλαγές μπορεί να είναι ραγδαίες ως προς την σύνθεση, την ιδιοκτησία ή και το αντικείμενο το οποίο πραγματεύονται. Είναι σημαντικό να μπορεί να προστατευτεί ο πελάτης του παρόχου από μια πιθανή χρεωκοπία, εξαγορά και συγχώνευση από κάποια άλλη εταιρεία, αλλαγή της επιχειρηματικής κατεύθυνσης ή από πιθανή δυσλειτουργία του παρόχου. Πρέπει κατά την υπογραφή του συμβολαίου να είναι ξεκάθαροι οι όροι που θα προστατεύουν τον πελάτη και να προβλέπουν τον τρόπο με τον οποίο ο πελάτης θα μπορέσει να πάρει τα δεδομένα του πίσω χωρίς επιπλέον κόστος και τα δεδομένα να τα πάρει σε τέτοια μορφή που να είναι δυνατή η ανάγνωσή τους από συστήματα του πελάτη ή από κάποιον άλλο πάροχο υπηρεσιών cloud⁹.

Παράδειγμα τέτοιων όρων χρήσης αποτελούν οι όροι χρήσης του ιστοσελίδας Scribd (Εικόνα 9) όπου μεταξύ άλλων αναφέρει ότι υπάρχει περίπτωση οι πληροφορίες που έχει συλλέξει να έλθουν σε γνώση ή κυριότητα μίας τρίτης εταιρείας στην περίπτωση που γίνει κάποια συγχώνευση ή αγορά της εταιρείας.



Εικόνα 9: Οι όροι της υπηρεσίας Scribd για την κυριότητα των δεδομένων

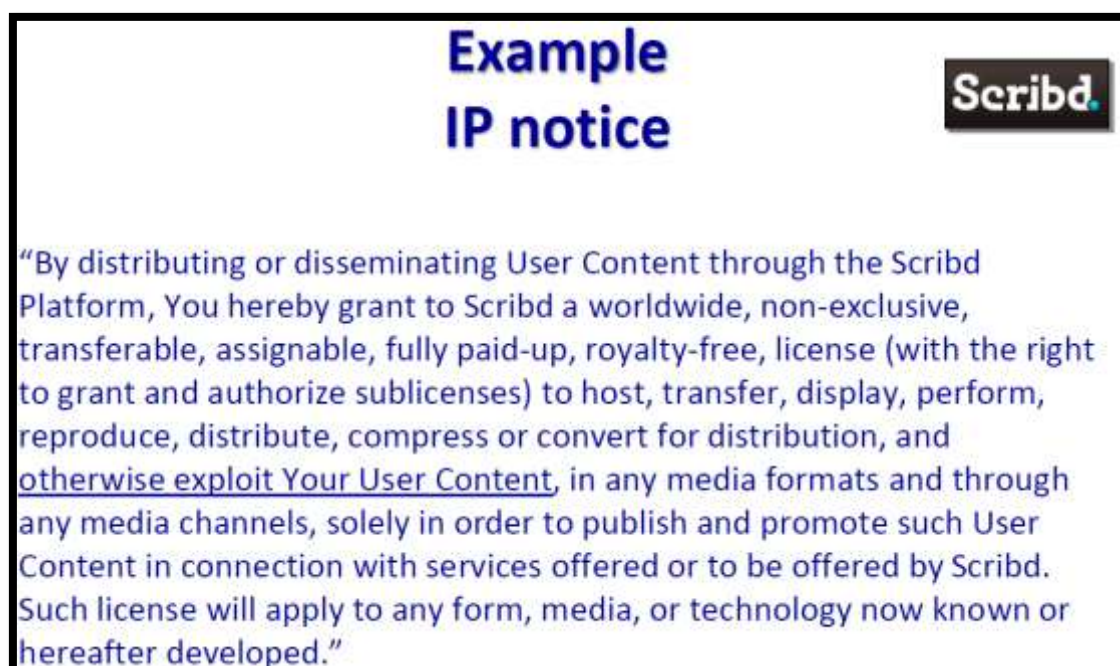
Ένα άλλο παράδειγμα αλλαγής της πολιτικής μιας εταιρείας, αποτελεί η Google η οποία από τον Ιανουάριο του 2011 αλλάζει την χρήση της υπηρεσίας "Google Groups" και με ειδοποιητήριο μήνυμα ενημέρωσε τους διαχειριστές τους ότι εάν δεν αποθηκεύσουν τα αρχεία τους στο προβλεπόμενο διάστημα, αυτά θα χαθούν (Εικόνα 10).

⁹ Είναι γεγονός ότι υπάρχουν πάροχοι που για να πετύχουν την μεγαλύτερη δυνατή επίδοση των συστημάτων τους, χρησιμοποιούν λογισμικό και μεθόδους δικής τους δημιουργίας – ασύμβατες με αντίστοιχες άλλων εταιρειών.



Εικόνα 10: Αλλαγή πολιτικής από την Google ως προς μία υπηρεσία της

Σημαντικό θέμα είναι η πνευματική ιδιοκτησία των δεδομένων που τοποθετούνται από τους χρήστες στις υπηρεσίες Cloud. Είναι απαραίτητο να αποσαφηνίζεται κάτι τέτοιο πάνω στα συμβόλαια. Υπάρχουν εταιρείες οι οποίες θεωρούν ότι με το να αποστέλλεις δεδομένα στις υπηρεσίες τους, αυτομάτως κατέχουν και τα πνευματικά δικαιώματα για οποιαδήποτε χρήση του σε οποιοδήποτε μέσο. Στις Εικόνα 11 και Εικόνα 12 φαίνονται οι όροι πνευματικής ιδιοκτησίας για τις 2 δημοφιλείς υπηρεσίες Scribd και Facebook όπου τα δεδομένα που ανεβάζει ο χρήστης, πλέον ανήκουν και έχει το δικαίωμα να τα χρησιμοποιήσει όπως θέλει.



Εικόνα 11: Οι όροι πνευματικής ιδιοκτησίας στο Scribd



Εικόνα 12: Οι όροι πνευματικής ιδιοκτησίας στο facebook

Ζήτημα προκύπτει και με το κατά πόσο οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών Cloud Computing έχουν γνώση των δεδομένων που ανεβάζει ο κάθε χρήστης και κατά πόσο επεμβαίνουν σε αυτά. Ένα παράδειγμα λογοκρισίας περιεχομένων είναι όταν τον Νοέμβριο του 2009 μία καθηγήτρια στην Αμερική θέλησε να μοιράσει σημειώσεις μαθήματος μέσω της υπηρεσίας "Google group" αλλά δε της επιτράπη από την Google γιατί θεωρήθηκε το περιεχόμενο απρεπές. Άλλο παράδειγμα όπου ο πάροχος υπηρεσιών Cloud Computing προχώρησε σε κρίση των περιεχομένων κάποιου πελάτη του και στη συνέχεια σε λύση της συνεργασίας τους, ήταν η Amazon που σταμάτησε την συνεργασία της με την ιστοσελίδα Wikileaks. Ασχέτως με το ηθικό μέρος των περιεχομένων της ιστοσελίδας Wikileaks, το γεγονός αυτό εγείρει ερωτήματα σχετικά με την νομοθεσία που ισχύει σε περιβάλλον Cloud και κατά πόσο μπορεί μετά την έναρξη της συνεργασίας με τον πάροχο ο τελευταίος να αποφανθεί ότι ο πελάτης του παραβιάζει όρους και να του διακόψει την παροχή υπηρεσιών.

Το γεγονός ότι ένας πάροχος συγκεντρώνει τόσους πολλούς τελικούς πελάτες, τον καθιστά στόχο κακόβουλων επιθέσεων. Αυτές οι επιθέσεις μπορεί να μην έχουν σαν στόχο κάποια συγκεκριμένη εταιρεία που φιλοξενείται σε αυτόν, αλλά δεν αποκλείεται να αποκαλυφθούν κάποια από τα στοιχεία της εταιρείας αυτής. Σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την επίθεση με μέθοδο phishing που δέχτηκε η εταιρεία Salesforce τον Οκτώβριο του 2007 και είχε σαν αποτέλεσμα να αποκαλυφθούν στοιχεία από το πελατολόγιο της εταιρείας. Ένα πιο σύγχρονο παράδειγμα είναι τον Ιανουάριο του 2010 που πάλι επίθεση phishing επιτέθηκαν στην Google και υποκλάπηκαν δεδομένα.

Ολοκληρώνοντας την αναφορά στις , ένα άλλο κρίσιμο θέμα για τους πελάτες είναι η δυνατότητα συνεργασίας των παλαιών συστημάτων ή και προγραμμάτων (Legacy) με τα νεότερα που υλοποιούνται σε Cloud. Η συνηθέστερη πρακτική είναι είτε η αντικατάσταση των παλαιότερων συστημάτων με άλλες υπηρεσίες παρόμοιων δυνατοτήτων ή εάν

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

πρόκειται για εξειδικευμένα συστήματα, η συνέχιση της λειτουργίας τους με την υπάρχουσα μορφή της.

1.3.3. Διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφορετικών Cloud

Με τα μέχρι τώρα δεδομένα, το να χρησιμοποιήσει κάποια επιχείρηση υπηρεσίες cloud είναι σχετικά εύκολο καθώς υπάρχουν πολλοί τρόποι για να μεταφέρει τα δεδομένα (όπως για παράδειγμα email) που έχει μέχρι τώρα σε server εντός της εταιρείας στις Cloud υποδομές του παρόχου. Σε πολλούς παρόχους Cloud υπηρεσιών υπάρχουν και εξειδικευμένες ομάδες σε θέματα Data Migration ώστε να μπορέσουν με τη λιγότερο δυνατή προσπάθεια οι πελάτες να μεταφέρουν τα δεδομένα τους.

Αυτό όμως που δεν περιγράφεται και δεν είναι μέχρι τώρα επιτρεπτό είναι το να μπορεί η επιχείρηση να μεταφέρει τα δεδομένα της από τις Cloud υπηρεσίες σε server της εταιρείας της ή σε server άλλου Cloud παρόχου. Με τον τρόπο αυτό, εάν για παράδειγμα κάποια εταιρεία επιλέξει τη συνδρομή υπηρεσιών φιλοξενίας email σε κάποιον πάροχο Cloud email hosting, μένει δεσμευμένη στον πάροχο αυτόν χωρίς να είναι εύκολη η μετακίνηση των δεδομένων της εταιρείας.

Για τον λόγο αυτό, μία κατηγορία έρευνας που κερδίζει έδαφος και αναμένεται μέσα στο 2011 να φανούν τα πρώτα αποτελέσματά της (16) είναι η έρευνα για την διαλειτουργικότητα μεταξύ των API των διαφόρων παρόχων υπηρεσιών Cloud Computing.

Το ζήτημα της διαλειτουργικότητας για να το ορίσουμε θα μπορούσαμε να το χωρίσουμε σε τρεις ομάδες: Την Διαλειτουργικότητα ως προς την Υπηρεσία, την Διαχείριση και τα Δεδομένα. (17)

- Η Διαλειτουργικότητα ως προς τις **Υπηρεσίες και τα Προγράμματα** έχει να κάνει κατά κύριο λόγο με τον τρόπο που δομούνται και αναπτύσσονται τα προγράμματα. Θα πρέπει να γίνεται δόμηση με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε περιβάλλον Cloud Computing και να μην χάνουν την λειτουργικότητά τους κατά τη μεταφορά τους από τον ένα πάροχο στον άλλο ή σε διαφορετική υποδομή.
- Η Διαλειτουργικότητα ως προς την **διαχείριση** είναι ένας τομέας στον οποίο έχει γίνει ήδη αρκετή δουλειά και έχουμε δει και αποτελέσματα. Έχει να κάνει με την εύρεση κατάλληλων APIs¹⁰ με τα οποία μία εφαρμογή θα μπορεί να διαχειρίζεται όλα τα Cloud περιβάλλοντα είτε αυτά είναι Private είτε Public. Μεταξύ άλλων θα πρέπει να ελέγχει τις διαδικασίες μεταφοράς δεδομένων μεταξύ των παρόχων, να μπορεί να διαχειρίζεται τις εφαρμογές και τους server

¹⁰ API: Application Programming Interface: Πρόκειται για την διεπαφή μεταξύ των συστημάτων της εταιρείας και της γλώσσας προγραμματισμού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Σαν παράδειγμα για το API θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την ιστοσελίδα εισαγωγής παραμέτρων σε δικτυακό εκτυπωτή.

δίνοντας την δυνατότητα εκκίνησης, παύσης και επανεκκίνησης, να μπορεί να ελέγχει την διαχείριση του αποθηκευτικού χώρου, κ.α.

- Η Διαλειτουργικότητα ως προς τα **δεδομένα** είναι μάλλον το πιο σημαντικό κομμάτι αλλά και το πιο δύσκολο στην υλοποίηση. Στο κομμάτι αυτό περιλαμβάνεται ο ορισμός της δομής των δεδομένων και των τύπων των αρχείων ώστε να είναι συμβατά μεταξύ των παρόχων και να μπορούν να μετακινηθούν από τον ένα πάροχο στον ανταγωνιστή του χωρίς κάποια επεξεργασία μετατροπής. Για παράδειγμα, θα πρέπει να οριστούν με σαφήνεια πώς θα είναι οι «εικόνες¹¹» των εικονικών μηχανών, πώς θα πρέπει να είναι δομημένες οι εφαρμογές, πώς θα είναι δομημένες οι βάσεις δεδομένων για τις διάφορες κατηγορίες προγραμμάτων (π.χ. Βάσεις δεδομένων για προγράμματα CRM¹²). Εάν λυθούν τα παραπάνω προβλήματα που αφορούν αρχεία, έπεται και η λύση των προβλημάτων μετακίνησης λειτουργικών συστημάτων και προγραμμάτων σε πραγματικό χρόνο κατά την διάρκεια που είναι ενεργά και έχουν συνδεδεμένους χρήστες χωρίς όμως να υπάρξει κάποια διακοπή των υπηρεσιών¹³.

2. Σύγκριση μεταξύ των παρόχων Υπηρεσιών Cloud Computing

Ο αριθμός των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στον χώρο της παροχής Cloud Υπηρεσιών ολοένα και αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Χαρακτηριστικό αυτής της εξέλιξης είναι ότι οι εταιρείες που δημιουργούνται ή αναπτύσσονται στον χώρο δεν ακολουθούν κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο αλλά η κάθε μία προσπαθεί να καινοτομήσει διαφέροντας από τους υπόλοιπους με στόχο τις ποιοτικότερες υπηρεσίες ή τις χαμηλότερες τιμές.

Αυτή η πληθώρα παρόχων υπηρεσιών Cloud και η διαφοροποίηση των τεχνολογιών τους καθιστά αρκετά δύσκολη την σύγκριση των υπηρεσιών που προσφέρουν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. (18)

Αναλυτικότερα:

¹¹ Ως «εικόνα» των εικονικών μηχανών μεταφράζουμε την φράση “images of Virtual Machines” και αναφέρεται στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται από τις εικονικές μηχανές που δίνει την δυνατότητα όλη την παραμετροποίηση και τα αρχεία της μηχανής να τα αποθηκεύσει σε ένα τύπο αρχείου (Image) και στη συνέχεια αυτό να το μεταφέρει και να το επαναφέρει σε άλλο μηχάνημα και να δουλέψει όπως όταν το αποθήκευσε. Είναι το θεμέλιο και ο λόγος της ευελιξίας των εικονικών μηχανών.

¹² CRM: Customer Relationship Manager, είναι κατηγορία προγραμμάτων για επιχειρήσεις και επιτρέπουν την καλύτερη διαχείριση και οργάνωση του πελατολογίου των επιχειρήσεων. Με την πάροδο του χρόνου κερδίζουν έδαφος τα CRM προγράμματα που διατίθενται ως SaaS και αυτό γιατί είναι οικονομικότερα και επιτρέπουν την ευκολότερη πρόσβαση στα δεδομένα από τους υπαλλήλους της εταιρείας όπου και εάν αυτοί βρίσκονται.

¹³ Σε επίπεδο εικονικών μηχανών κάτι τέτοιο είναι εφικτό. Υπάρχει μεγάλη εταιρεία του χώρου που έχει καταφέρει δυναμικά να μετακινεί λογισμικό server και υπηρεσίες από το ένα φυσικό μηχάνημα στο άλλο χωρίς να υπάρχει η παραμικρή διακοπή ή ενόχληση για τους χρήστες.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

- Δεν χρησιμοποιούν κάποια προκαθορισμένη ορολογία με αποτέλεσμα να μην είναι διακριτές οι υπηρεσίες που προσφέρουν ή για πια υπηρεσία χρεώνεται ο πελάτης.
- Χρησιμοποιούν ένα μεγάλο εύρος διαφοροποιημένων μοντέλων και τεχνικών χρέωσης.
- Οι προσφορές υπηρεσιών διαφέρουν σε πολλά επίπεδα που εκκίνονται από την ευχρηστία και τον πλουραλισμό των διεπαφών τους μέχρι και τους όρους που περιέχουν τα συμβόλαια (Service Level Agreement).
- Οι τιμές παροχής υπηρεσιών αλλάζουν ραγδαία με την πάροδο του χρόνου, οπότε και ένα συγκριτικό μπορεί να μην είναι έγκυρο μετά από μία ή δύο εβδομάδες.

Παρόλαυτά, διάφοροι ερευνητές κατά καιρούς έχουν καταφέρει να ομαδοποιήσουν κάποια μετρήσιμα κοινά χαρακτηριστικά και να προχωρήσουν σε συγκρίσεις με βάση αυτά.

Για παράδειγμα, η εταιρεία Gartner για τις μετρήσεις της για τους πίνακες Magic Quadrant for SaaS, αναφέρει ότι για να μπει στις μετρήσεις μία εταιρεία πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις η οποίες και είναι (19):

- Η παροχή ορισμένων υπηρεσιών τις οποίες και περιγράφουν όσο το δυνατόν πιο ξεκάθαρα
- Υπάρχει ένα ελάχιστο όριο συνολικών εσόδων από τις υπηρεσίες SaaS
- Είναι απαραίτητη η παγκόσμια παρουσία της εταιρείας είτε με υπολογιστικά κέντρα ανά τον κόσμο, είτε με έσοδα από διάφορες περιοχές του κόσμου.

Άλλοι ερευνητές δίνοντας συμβουλές για την επιλογή του καταλληλότερου παρόχου υπηρεσιών Cloud αναφέρουν ότι το πρόβλημα αυτό είναι πολυδιάστατο και η πολυπλοκότητά του αυξάνεται με την προσθήκη επιπλέον παρόχων και επιπλέον στοχευμένων υπηρεσιών. Η λύση για την επιλογή του καλύτερου έρχεται με την στοχευμένη έρευνα για το ζητήματα που θέλει η εταιρεία να καλύψει και έπειτα με το ποιος πάροχος τα προσφέρει. (20)

2.1. Μετρήσιμα Χαρακτηριστικά

Οι μετρήσιμες παράμετροι που απομένουν ως προς τους παρόχους υπηρεσιών Cloud έχουν ως εξής:

2.1.1. Επιδόσεις

Οι εταιρείες που σκέφτονται να υιοθετήσουν λύσεις Cloud Computing, ενδιαφέρονται για τις επιδόσεις που θα έχει η υπηρεσία τους. Τους ενδιαφέρει οι εφαρμογές τους να είναι σε ένα περιβάλλον από όπου θα διανέμονται με μεγάλη ταχύτητα – χωρίς καθυστέρηση προς τους καταναλωτές τους. Οι επιδόσεις έχουν να κάνουν τόσο με την ποιότητα των μηχανημάτων του παρόχου όπου και γίνεται μέτρηση στους ρυθμούς αποστολής – λήψης δεδομένων, όσο και στην ποιότητα – ταχύτητα του δικτύου εσωτερικά στον πάροχο αλλά και στην σύνδεσή του με το διαδίκτυο. Οι παράμετροι αυτοί επηρεάζονται και από την γεωγραφική θέση του τελικού καταναλωτή και τη θέση του υπολογιστικού κέντρου του παρόχου.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Για τις μετρήσεις και τις συγκρίσεις μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών Cloud, έχουν αρχίσει να εμφανίζονται εταιρείες που ασχολούνται με τέτοιου είδους αναλύσεις.

Με τον τρόπο αυτό, βλέπουμε την εταιρεία CloudSleuth η οποία μεταξύ άλλων προσφέρει τα παρακάτω διαγράμματα όπου διακρίνεται η ποιότητα του δικτύου (Εικόνα 13 και Εικόνα 14) και η διαθεσιμότητα (Εικόνα 15) κάποιων από τους παρόχους Cloud. (21)



Εικόνα 13: Μετρήσεις ταχύτητας με απεικόνιση σε χάρη από την εταιρεία CloudSleuth

Backbone Network [?](#)

Provider	Response Time
Windows Azure	5.73 sec
GoGrid (East)	6.01 sec
Google App Engine	6.41 sec
OpSource	6.47 sec
Amazon EC2 (US Eas...)	6.50 sec
Rackspace	6.55 sec
GoGrid (West)	7.63 sec
Amazon EC2 (US We...)	7.68 sec
Terremark	8.28 sec
TekLinks	8.99 sec
Amazon EC2 (EU - Irel...)	10.87 sec
CloudSigma	14.39 sec
IJ GIO	15.08 sec
Amazon EC2 (APAC -...)	19.57 sec

Εικόνα 14: Πίνακας με τους χρόνους απόκρισης από την εταιρεία CloudSleuth

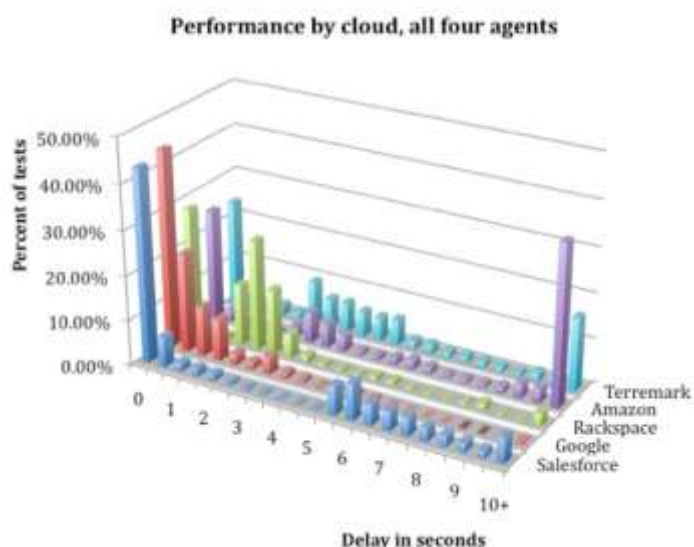
Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Backbone Network 

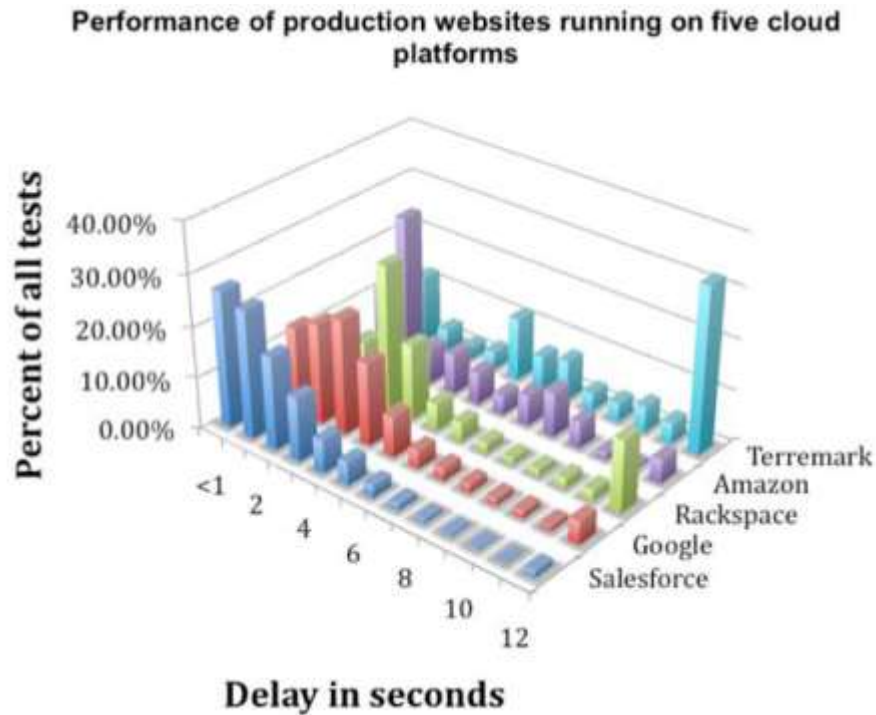
Provider	Availability
Windows Azure	99.9 %
Google App Engine	99.53 %
OpSource	99.95 %
GoGrid (East)	99.73 %
Rackspace	99.91 %
Amazon EC2 (US East - N. Virginia)	99.87 %
TekLinks	99.95 %
Amazon EC2 (US West - N. California)	99.92 %
Terremark	99.83 %
GoGrid (West)	99.96 %
Amazon EC2 (EU - Ireland)	99.82 %
CloudSigma	99.82 %
IJ GIO	99.98 %
Amazon EC2 (APAC - Singapore)	99.38 %

Εικόνα 15: Διαθεσιμότητα τελευταίου μήνα σύμφωνα με την εταιρεία CloudSleuth

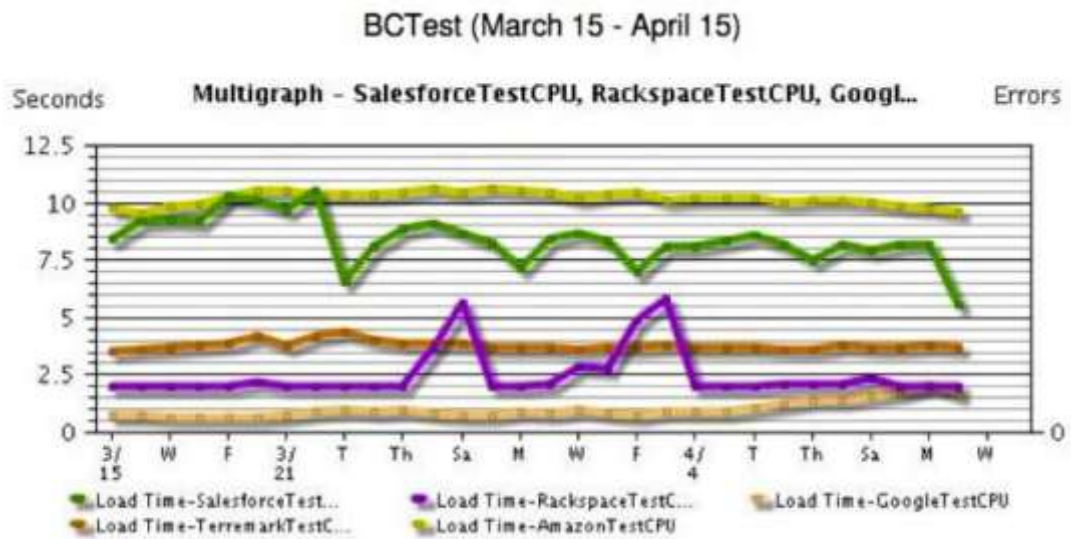
Αντίστοιχα, υπάρχουν και εταιρείες οι οποίες προχωρούν σε πιο εξειδικευμένες μετρήσεις όπως ποιοτική και ποσοτική λειτουργία των επεξεργαστών, της μνήμης, των δίσκων και άλλων δομικών χαρακτηριστικών. Από την Εικόνα 16 έως και την Εικόνα 22 μπορούμε να δούμε κάποιες από αυτές τις μετρήσεις. Κάποιες από τις εταιρείες που πραγματοποιούν τέτοιες μετρήσεις είναι οι CloudHarmony, BitCurrent, CloudCMP. Οι μετρήσεις που παραθέτουμε, προέρχονται από τις δύο τελευταίες. (22) (23)



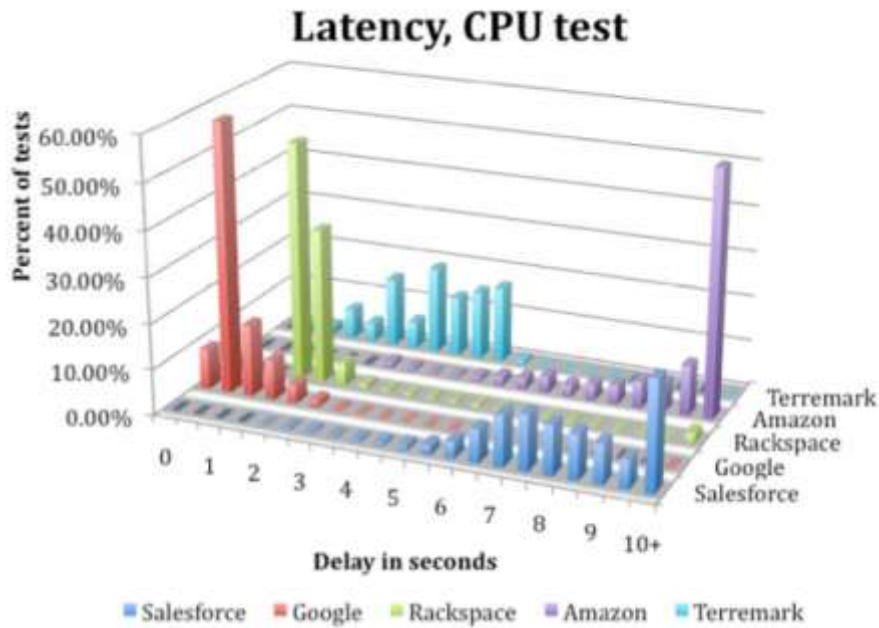
Εικόνα 16: BitCurrent - Η συνολική απόδοση ανά πάροχο



Εικόνα 17: BitCurrent - Μέτρηση ταχύτητας ιστοσελίδων στους παρόχους



Εικόνα 18: : BitCurrent – Δοκιμή επεξεργαστών των παρόχων



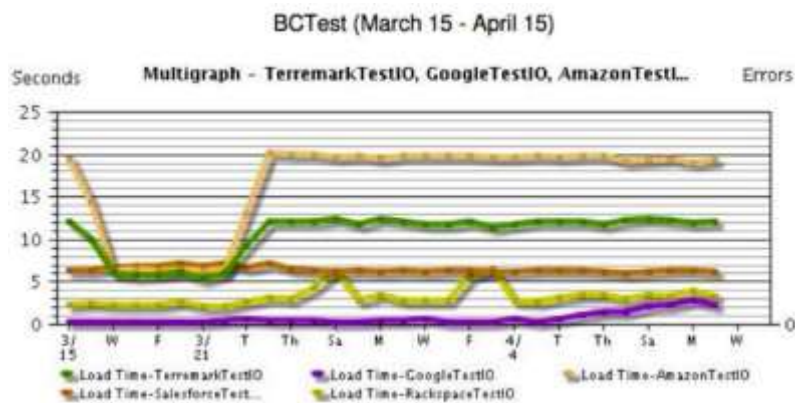
Εικόνα 19: BitCurrent - Δοκιμή των επεξεργαστών των παρόχων

Errors seen, CPU test

Mar 15 - Apr 15

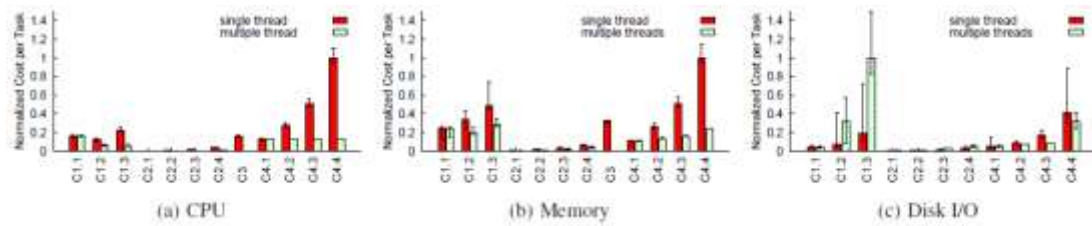
	Uptime	Errors	Successes
Salesforce	99.96%	11	29106
Google	99.99%	3	32212
Rackspace	99.93%	20	32470
Amazon	100.00%	0	30371
Terremark	100.00%	0	31426

Εικόνα 20: BitCurrent - Σφάλματα κατά τη διάρκεια των δοκιμών



Εικόνα 21: BitCurrent - I/O test

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing



Εικόνα 22: CloudCmp – Ανάλυση ανά λειτουργία των παρόχων

Ακολουθεί ο Πίνακας 4 που περιέχει πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες από φυσικά μηχανήματα που έχουν ορισμένοι πάροχοι υπηρεσιών Cloud Computing.

Ονομασία Παρόχου - προϊόντος	Χαρακτηριστικά παρόχου	
	Διαθεσιμότητα	Διαθέσιμες επιλογές υλικού
Amazon.com EC2 (Elastic Compute Cloud 2)	Γενικά διαθέσιμη	Βασικές υποδομές: S: 1.7 GB ram, 1 EC2 Unit, 160 GB storage; L: 7.5 GB ram, 4 EC2 Units, 850 GB storage; XL: 15 GB ram, 8 EC2 Units, 1690 GB storage High-Επιλογές μνήμης RAM: XL: 17.1 GB ram, 6.5 EC2 Units, 420 GB storage; 2XL: 34.2 GB ram, 13 EC2 Units, 850 GB storage; 4XL: 68.4 GB ram, 26 EC2 Units, 1690 GB storage”
GoGrid GoGrid Cloud Computing	Γενικά διαθέσιμη	0.5 CPU - .5 GB RAM, 30 GB storage; 1 CPU - 1 GB RAM, 60 GB storage; 2 CPU - 2 GB RAM, 120 GB storage; 4 CPU - 4 GB RAM, 240 GB storage; 8 CPU - 8 GB RAM, 480 GB storage”
Google App Engine for Business	Σε αξιολόγηση	Κάθε εφαρμογή καταναλώνει όση υπολογιστική ισχύ της χρειάζεται. Στο κόστος περιλαμβάνεται και διαθέσιμος αποθηκευτικός χώρος, εάν χρειαστεί μπορεί να αγοραστεί επιπλέον.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

<p>Joyent SmartMachines</p>	<p>Γενικά διαθέσιμη</p>	<p>.25 GB - 256 MB ram, .0625 CPU, 5 GB storage; 1 GB - 1 GB ram, .25 CPU, 15 GB storage; 2 GB - 2 GB ram, .5 CPU, 25 GB storage; 4 GB - 4 GB ram, 1 CPU, 50 GB storage; 8 GB - 8 GB ram, 2 CPUs, 100 GB storage; 16 GB - 16 GB ram, 4 CPUs, *Κάθε σύνθεση περιλαμβάνει 10 TB/μήνα χρήση δικτύου, 100 GB storage; 32 GB - 32 GB ram, 8 CPUs, 100 GB storage</p>
<p>Layered Technologies The GridLayer Virtual Machine</p>	<p>Γενικά διαθέσιμη</p>	<p>Μη διαθέσιμη πληροφορία</p>
<p>Rackspace Cloud Servers</p>	<p>Οι cloud server με λειτουργικό βασισμένο σε Linux είναι γενικά διαθέσιμοι, Οι Server με λειτουργικό Windows είναι ακόμα σε δοκιμαστική ανάπτυξη</p>	<p>Linux Cloud Servers: 256 MB RAM, 10 GB storage; 512 MB RAM, 20 GB storage 1024 MB RAM, 40 GB storage; 2048 MB RAM, 80 GB storage 4096 MB RAM, 160 GB storage; 8192 MB RAM, 320 GB storage 15872 MB RAM, 620 GB storage Windows Cloud Servers: 512 MB RAM, 20 GB storage; 1 GB RAM, 40 GB storage 2 GB RAM, 80 GB storage; 4 GB RAM, 160 GB storage 8 GB RAM, 320 GB storage; 15.5 GB RAM, 620 GB storage”</p>
<p>Salesforce.com Force.com Unlimited</p>	<p>Γενικά διαθέσιμη</p>	<p>120 MB of data and 600 MB file storage per user. Ο ελάχιστος αποθηκευτικός χώρος είναι 1 GB. Εάν χρειαστεί, μπορεί να αγοραστεί επιπλέον χώρος.</p>
<p>Terremark Enterprise Cloud</p>	<p>Γενικά διαθέσιμη</p>	<p>Μη διαθέσιμη πληροφορία</p>
<p>Microsoft Windows Azure</p>	<p>Γενικά διαθέσιμη</p>	<p>Μη διαθέσιμη πληροφορία</p>

Πίνακας 4: Συγκριτικός Πίνακας μεταξύ παρόχων ως προς την διαθεσιμότητα και τις επιλογές υποδομής

2.1.2. Τεχνολογική Υποδομή

Οι πάροχοι για να αυξήσουν τις επιδόσεις των συστημάτων τους και να μειώσουν την πολυπλοκότητά τους, επικεντρώνονται συνήθως στην συνεργασία με κάποιο συγκεκριμένο λογισμικό. Έτσι στο επίπεδο Platform as a Service, για προγραμματισμό σε γλώσσα .NET η Microsoft έχει αναπτύξει το Windows Azure, για προγραμματισμό σε PHP έχει αναπτυχθεί το PHP Fog, για Java/Spring/Python υπάρχει το VMForce και το Google App Engine. Οι εταιρείες ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουν, χρησιμοποιούν και τον ανάλογο πάροχο.

Ακολουθούν ο Πίνακας 5 και ο Πίνακας 6 όπου στο μεν πρώτο αναφέρονται οι υποδομές που χρησιμοποιούνται από κάποιους παρόχους, στο δε δεύτερο αναφέρονται τα παρεχόμενα χαρακτηριστικά των υποδομών όπως επεκτασιμότητα ή κατανομή φόρτου.

(24)

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Χαρακτηριστικά Παρόχου 1/2

Όνομασία Παρόχου - προϊόντος	Υποδομή Παρόχου	Αποθηκευτικός χώρος Παρόχου	Υποστηριζόμενα Λειτουργικά Συστήματα	Υποστηριζόμενες γλώσσες προγραμματισμού	Υποστηριζόμενες εφαρμογές /Framework	Τεχνολογία Virtualization
Amazon.com EC2 (Elastic Compute Cloud 2)	Οι υπηρεσίες λειτουργούν μέσα από τις υποδομές της Amazon. Περισσότερες πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες	Amazon Elastic Block Store (EBS), ή Amazon Simple Storage Service (S3)	Linux (Red Hat, Fedora, openSUSE, Gentoo, Ubuntu, Debian, Oracle Enterprise), Microsoft Windows Server 2003/2008, και OpenSolaris.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	IBM DB2, IBM Informix Server, Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle Database 11g,	Xen hardware virtualization.
GoGrid GoGrid Cloud Computing	Οι υπηρεσίες λειτουργούν από τις υποδομές της εταιρείας GoGrid. Τα κέντρα δεδομένων τους χαρακτηρίζονται ως «υψηλής ασφάλειας» και «τελευταίας τεχνολογίας» με δικτυακές υπηρεσίες από πολλούς παρόχους και συνδεδεμένα σε πάνω από 40 δίκτυα.	GoGrid Persistent Storage	Linux (CentOSOS & RedHat. Ubuntu coming soon), και Windows Server 2003 and 2008.	Java, PHP, Python, Perl, Ruby, and more.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

<p>Google Google App Engine for Business</p>	<p>Υποδομή Cloud της Google. Μη διαθέσιμες περισσότερες πληροφορίες.</p>	<p>Google Datastore</p>	<p>Linux, Windows, and Mac OSOS X</p>	<p>Java and Python</p>	<p>SQL, BigTable, and SSL.</p>	<p>Η πληροφορία δεν είναι διαθέσιμη, αλλά την χρονική στιγμή που ανακοίνωσε την διάθεση των υπηρεσιών Google App Engine for Business, ανακοίνωσε και την συνεργασία με την εταιρεία VMWare που είναι πάροχος λύσεων virtualization.</p>
<p>Joyent SmartMachines</p>	<p>Χρησιμοποιεί κέντρα δεδομένων «Dell Data Center Solution» που το καθένα διαθέτει 48 GB ram και 16 CPU cores ανά μηχανήμα. Οι επεξεργαστές είναι Intel Xeon 5600. Η εταιρεία έχει συνολικά 4 κέντρα δεδομένων πιστοποιημένα κατά SAS 70.</p>	<p>Persistent ZFS/NAS Storage, and NetApp Storage.</p>	<p>Joyent SmartOSOS (vanilla Unix)</p>	<p>PHP, Java, Python, Erlang, C, C++, Ruby, κ.α.</p>	<p>Apache, Nginx, TomCat, Glassfish, MySQL, Oracle, PostgreSQL, Hadoop, Basho, CouchDB, MongoDB, κ.α.</p>	<p>Lightweight container-based virtualization technology is used.</p>

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Layered Technologies The GridLayer Virtual Machine	Χρησιμοποιεί επώνυμο υλικό και λογισμικό και τα “Top Tier” κέντρα δεδομένων που διαθέτει διασυνδέονται με δίκτυα συνδεσμολογίας Tier1 ¹⁴ . Περισσότερες πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Linux (FreeBSD, CentOS, Red Hat), Windows Server 2003	Πληροφορία μη διαθέσιμη	MySQL, Exim, Apache, PHP, and more.	VMware ή Hyper-V virtualization
Rackspace Cloud Servers	Η υπηρεσία λειτουργεί μέσα από τις υποδομές και τα κέντρα δεδομένων της Rackspace. Περισσότερες πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Linux (Ubuntu, Gentoo, Debian, CentOS, Fedora, Red Hat, Arch) Oracle EL, Windows Server 2003 και 2008.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Xen virtualization
Salesforce.com Force.com Unlimited	Υποδομή Cloud τεχνολογίας Multitenant ¹⁵ . Περισσότερες πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Ειδική εφαρμογή Force.com.	Apex (proprietary Force.com language)	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη αλλά έχει ανακοινωθεί συνεργασία με την εταιρεία VmWare

¹⁴ Tier1: Ακριβής ορισμός δεν υπάρχει. Πρόκειται για το δίκτυο εκείνο το οποίο έχει πρόσβαση στα υπόλοιπα δίκτυα χωρίς να αγοράσει κάποια δικαιώματα traffic ή IP διευθύνσεις. Η διασύνδεση με άλλα δίκτυα Tier1 γίνεται με κόμβους και δεν υπάρχει εναλλακτική δρομολόγηση. Υπάρχουν και τα δίκτυα Tier2 και Tier3. Τα δίκτυα Tier2 πληρώνουν δικαιώματα δικτυακής κίνησης και εξαρτώνται μερικώς από τα δίκτυα Tier1, ενώ τα δίκτυα Tier3 εξαρτώνται σε μεγαλύτερο βαθμό από τα Tier2. Ο ISP μιας χώρας θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι δίκτυο Tier3. (59)

¹⁵ Multitenancy: Πρόκειται για αρχή της αρχιτεκτονικής προγραμματισμού όπου μία εφαρμογή εκτελείται στον server και μπορούν να την προσπελάσουν πολλαπλοί χρήστες που πληρώνουν για την εφαρμογή αυτή (Tenants). (60)

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Terremark Enterprise Cloud	<p>Η Terremark λειτουργεί 12 Tier 1 κέντρα δεδομένων που χρησιμοποιούν υλικό και λογισμικό από τις εταιρείες HP, IBM, VMware, και Cisco.</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>Υποστηρίζει περισσότερα από 450 λειτουργικά συστήματα όπως: Linux (CentOS, Red Hat, FreeBSD, Solaris, SUSE, και Ubuntu), Windows Server 2003 και 2008.</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>VMware virtualization</p>
Microsoft Windows Azure	<p>Τα κέντρα δεδομένων αποτελούνται από Server της εταιρείας Dell. Ακολουθείται η φιλοσοφία ITPAC (IT pre-assembled components) με έτοιμα container με server που τοποθετούνται σε ειδικά επιλεγμένες τοποθεσίες ανά τον κόσμο.</p>	<p>Azure Storage</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>Visual Basic, C++, C#, ASP.NET, κ.α.</p>	<p>HTTP, XML, SOAP, REST, Java, php, Ruby, Azure SQL</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη, πιθανόν να έχει υλοποιηθεί με Hyper-V</p>

Πίνακας 5: Συγκριτικός Πίνακας μεταξύ παρόχων ως προς την χρησιμοποιούμενη υποδομή

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Χαρακτηριστικά Παρόχου 2/2

Όνομασία Παρόχου - προϊόντος

	Επεκτασιμότητα	Κατανομή φόρτου	IP Διευθύνσεις	Domain-Name Systems	Υπηρεσία Email
Amazon.com EC2 (Elastic Compute Cloud 2)	Υποστηρίζει την δυνατότητα "Auto Scaling" το οποίο επιτρέπει στον χρήστη αυτόματα να μεταβάλει την χωρητικότητα του EC2 αυξάνοντάς την ή μειώνοντάς την ανάλογα με τις ρυθμίσεις που έχει επιλέξει.	Ναι: Επιλογή "Elastic Load Balancing".	5 ελαστικές ¹⁶ IP διευθύνσεις ανά περιοχή. Μπορούν να αποκτηθούν περισσότερες εάν χρειαστεί.	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	Ναι: Οι λογαριασμοί έχουν περιορισμό ως προς τον αριθμό των email που μπορούν να στείλουν.
GoGrid GoGrid Cloud Computing	Υπάρχει η δυνατότητα χειροκίνητης επεκτασιμότητας και είναι υπό ανάπτυξη η δυνατότητα αυτόματης επεκτασιμότητας.	Ναι: χρησιμοποιείται η υπηρεσία f5 load balancing	Υπάρχει η δυνατότητα δέσμευσης στατικών IP διευθύνσεων.	Ναι: Διαχειριζόμενος DNS	Πληροφορία μη διαθέσιμη.
Google Google App Engine for Business	Η υπηρεσία αυτόματα επεκτείνεται ώστε να έχει την δυνατότητα να ικανοποιήσει την αυξημένη ζήτηση.	Ναι: η δυνατότητα είναι ενσωματωμένη στις υποδομές της υπηρεσίας	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Ναι: Google Accounts

¹⁶ Elastic IP: Πρόκειται για μια τεχνολογία της Amazon με την οποία ο πελάτης αγοράζει στατική διεύθυνση IP η οποία όμως αντιστοιχίζεται όχι σε κάποιο μηχάνημα, αλλά στον λογαριασμό του. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί ο χρήστης να αντιστοιχίσει την στατική του διεύθυνση σε οποιοδήποτε μηχάνημα χρειάζεται χωρίς να περιμένει κάποιον εξειδικευμένο τεχνικό της Amazon ή την εταιρεία DNS για να γίνει οποιαδήποτε αλλαγή.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Joyent SmartMachines	Παρέχεται η δυνατότητα αυτόματης επέκτασης ώστε το σύστημα να χειριστεί τόσο τις προγραμματισμένες όσο και τις έκτακτες αυξήσεις κίνησης.	Ναι: Επιλογή “Zeus load balancing”	Ναι, προεπιλεγμένα παρέχονται δημόσιες IP διευθύνσεις. Υπάρχει η δυνατότητα και για ιδιωτικές διευθύνσεις μέσω NAT ¹⁷ .	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη
Layered Technologies The GridLayer Virtual Machine	Οι server μπορούν εύκολα να επεκταθούν.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Είναι ευθύνη του πελάτη	Πληροφορία μη διαθέσιμη
Rackspace Cloud Servers	Οι server μπορούν εύκολα να επεκταθούν μέσα από τον πίνακα ελέγχου.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Περιλαμβάνεται μία. Επιπλέον IP διευθύνσεις μπορούν να αγοραστούν με κόστος \$2 ανά μήνα.	Περιλαμβάνεται	Πληροφορία μη διαθέσιμη
Salesforce.com Force.com Unlimited	Η δυνατότητα αυτόματης επεκτασιμότητας είναι ενσωματωμένη στο περιβάλλον cloud της Salesforce.com.	Ναι: Η δυνατότητα αυτόματης κατανομής φόρτου είναι ενσωματωμένη στο περιβάλλον cloud της Salesforce.com.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη

¹⁷ NAT: Network Address Translation. Πρόκειται για δυνατότητα με την οποία μία διεύθυνση ή και ένα ολόκληρο υποδίκτυο με διευθύνσεις private IP μπορούν να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο με μία μόνο public IP. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται σε πολλά δίκτυα και συνήθως παρέχεται από Router ή Firewall.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Terremark Enterprise Cloud	<p>Υπάρχει η επιλογή «Dynamic Capacity Management» η οποία επιτρέπει το σύστημα να αντιμετωπίζει έκτακτες εξάρσεις χρήσης των συστημάτων.</p>	<p>Ναι: Οι πελάτες μπορούν να παραμετροποιήσουν τις επιλογές για κατανομή φόρτου μέσα από τον πίνακα ελέγχου.</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>
Microsoft Windows Azure	<p>Υποστηρίζει την δυνατότητα “Auto Scaling” το οποίο επιτρέπει στον χρήστη αυτόματα να μεταβάλει την ικανότητα εξυπηρέτησης χρηστών αυξάνοντάς την ή μειώνοντάς την ανάλογα με τις ρυθμίσεις που έχει επιλέξει.</p>	<p>Ναι: η δυνατότητα αυτόματης κατανομής φόρτου είναι ενσωματωμένη στην πλατφόρμα.</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>	<p>Πληροφορία μη διαθέσιμη</p>

Πίνακας 6: Συγκριτικός Πίνακας μεταξύ παρόχων ως προς τα χαρακτηριστικά της υποδομής και υπηρεσίες

2.1.3. Αξιοπιστία και Συμφωνητικά παροχής Υπηρεσιών

Μέσα σε ένα συμφωνητικό παροχής υπηρεσιών δεσμεύεται ο πάροχος για τις ελάχιστες υπηρεσίες που θα παρέχει προς την εταιρεία πελάτη. Η παροχή μεγάλων εγγυήσεων από την μεριά του παρόχου, αποτελεί έναν καλό δείκτη αξιοπιστίας του. Στο θέμα αυτό θα αναφερθούν δύο παραδείγματα. Το ένα είναι η εταιρεία GoGrid η οποία και προσφέρει εγγύηση 100% χρόνου λειτουργίας (uptime) και αποζημιώνει τον πελάτη στο εκατονταπλάσιο για την χρέωση που είχε κατά την διάρκεια που δεν λειτουργούσε η υπηρεσία της GoGrid (25). Στο δεύτερο παράδειγμα θα αναφερθεί η σύγκριση μεταξύ της εταιρείας RackSpace και Amazon. Στην περίπτωση αυτή, το συμφωνητικό γίνεται στρατηγική της εταιρείας Rackspace προσφέροντας μεγαλύτερους χρόνους διαθεσιμότητας και υψηλότερες αποζημιώσεις στοχεύοντας στους εταιρικούς πελάτες.

Ο Πίνακας 7 έχει στοιχεία από τα οποία μπορούμε να δούμε ένα συγκριτικό μεταξύ κάποιων μεγάλων παρόχων υπηρεσιών Cloud ως προς τους όρους παροχής υπηρεσιών που έχουν δημοσιεύσει (24). Ο Πίνακας 8 περιέχει συγκριτικά δεδομένα μεταξύ των εταιρειών RackSpace και Amazon ως προς τους όρους των συμφωνητικών παροχής υπηρεσιών που προσφέρουν. Αξίζει να σημειωθεί ότι η εταιρεία Amazon προσφέρει επιστροφή 10% των τελών που πλήρωσε ο πελάτης και δεν δίνει όριο επιδιόρθωσης του προβλήματος, ενώ η Rackspace δίνει όριο την μία ώρα και η αποζημίωση γίνεται κλιμακωτά ανάλογα με τον χρόνο που δεν λειτουργούσε η υπηρεσία και αναλόγως εάν πέρασε ο χρόνος επιδιόρθωσης ή όχι (26) (18).

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Όνομασία Παρόχου - προϊόντος	Επιπλέον υπηρεσίες του Παρόχου					
	Προσφέρει SLA ¹⁸	Περιλαμβάνει υποστήριξη	Portal πελατών	Διαδικτυακή κοινότητα	Επιπλέον υπηρεσίες υποστήριξης	Συγκρίσιμες προσφορές
Amazon.com EC2 (Elastic Compute Cloud 2)	Ναι: 99.95% διαθεσιμότητα της υπηρεσίας για χρονική περίοδο ενός χρόνου	Forum συζητήσεων, Πίνακας ελέγχου κατάστασης των υπηρεσιών, Απαντήσεις σε συχνά ερωτήματα, Κέντρο υποστήριξης	Όχι	Forums για προγραμματιστές, ομάδες χρηστών και ιστολόγιο του παρόχου: http://www.aws.typepad.com	Η υπηρεσία "AWS Premium Support" είναι διαθέσιμη με επιπλέον κόστος	Amazon Elastic MapReduce, Auto Scaling, Amazon SimpleDB
GoGrid GoGrid Cloud Computing	Ναι: Δέσμευση για 100% διαθεσιμότητα της υπηρεσίας	Τηλεφωνική υποστήριξη 24/7/365t, εξειδικευμένες ομάδες υποστήριξης, Απαντήσεις σε συχνά ερωτήματα και υποδείγματα χρήσης με video.	Ναι	GoGrid Wiki, GoGrid Blog, Forums	Καμία	GoGrid Dedicated Servers

¹⁸ SLA: Service Level Agreement. Πρόκειται για Συμφωνητικό Παροχής Υπηρεσιών το οποίο δεσμεύει τον πάροχο για το ελάχιστο επίπεδο υπηρεσιών που θα προσφέρει.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

<p>Google Google App Engine for Business</p>	<p>Ναι: 99.9% διαθεσιμότητα εξαιρουμένων των προγραμματισμένων συντηρήσεων και εξαιρουμένων των ειδικών όρων που υπάρχουν στο συμφωνητικό.</p>	<p>Σελίδα με ένδειξη κατάστασης συστήματος, απαντήσεις σε συχνά ερωτήματα, Άρθρα, Ιστολόγια, επιχειρησιακή υποστήριξη</p>	<p>Ναι: είναι επιτρεπτό για τους λογαριασμούς με πλήρη πρόσβαση. Επιπλέον προσφέρει και πίνακα ελέγχου από όπου είναι δυνατή η διαχείριση όλων των εφαρμογών του Domain.</p>	<p>Κοινότητες προγραμματιστών με ομάδες συζητήσεων και forum. IRC Chat Time που είναι διαθέσιμο μόνο την πρώτη και την τρίτη Τετάρτη του μήνα.</p>	<p>Υπάρχει το πακέτο “Premium developer support” το οποίο είναι διαθέσιμο κατόπιν πληρωμής (\$1000 ανά μήνα).</p>	<p>Google App Engine</p>
<p>Joyent SmartMachines</p>	<p>Ναι: διαθεσιμότητα 100% με συγκεκριμένους όρους που προβλέπονται στο συμφωνητικό.</p>	<p>Forum συζητήσεων, knowledge base, και ασύγχρονη υποστήριξη</p>	<p>Ναι: είναι επιτρεπτό για τους λογαριασμούς με πλήρη πρόσβαση, διαθέσιμες ενημερώσεις για την κατάσταση της υπηρεσίας και υπηρεσία “one-click provisioning.”</p>	<p>Μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών με forum συζητήσεων</p>	<p>Υποστήριξη ανά συμβάν για τα συστήματα με επιπλέον χρέωση</p>	<p>Καμία</p>
<p>Layered Technologies The GridLayer Virtual Machine</p>	<p>Το συμφωνητικό δεν είναι διαθέσιμο</p>	<p>Υποστήριξη 24/7/365, ασύγχρονη υποστήριξη με ticket system, απαντήσεις σε συχνά ερωτήματα</p>	<p>Ναι</p>	<p>Forum υποστήριξης, οδηγοί υποστήριξης, κοινωνικά δίκτυα.</p>	<p>Επιπλέον “DEFCON” υποστήριξη έναντι μηνιαίου τέλους</p>	<p>Virtual Private Data Centers (VPDC)</p>

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Rackspace Cloud Servers	Ναι: Εγγύηση 100% διαθεσιμότητα για τους Linux Server. Το συμφωνητικό δεν ισχύει για τους Windows Cloud Servers.	24/7 τηλεφωνικά, μέσω email ή μέσω live chat. Επιπλέον είναι διαθέσιμα ιστολόγια και Knowledge Base	Ναι	Forum συζητήσεων, Knowledge Base	Καμία	Cloud Sites and Cloud Files
Salesforce.com Force.com Unlimited	Το συμφωνητικό δεν είναι διαθέσιμο. Η εταιρεία Salesforce.com παρέχει λειτουργεί με 99.9% διαθεσιμότητα για τα τελευταία χρόνια.	Τηλεφωνική υποστήριξη	Ναι	Ναι: Κοινότητα προγραμματιστών μέσω forum, τεχνικές βιβλιοθήκες, ιστολόγιο.	Υποστήριξη έναντι αμοιβής ανά συμβάν. Έναντι επιπλέον τέλους είναι διαθέσιμο και το πακέτο "Premier Support"	Καμία
Terremark Enterprise Cloud	Ναι: Εγγυημένη διαθεσιμότητα 100%	Live chat, email, και 24/7 τηλεφωνική υποστήριξη	Ναι	Ναι, η διαδικτυακή κοινότητα "vCloud Express"	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	vCloud Express
Microsoft Windows Azure	Ναι: Εγγυημένη διαθεσιμότητα από 99,95% έως 99,99% ανάλογα με την υπηρεσία	Σελίδα με ένδειξη κατάστασης συστήματος, απαντήσεις σε συχνά ερωτήματα, Άρθρα, Ιστολόγια, Τηλεφωνική υποστήριξη	Ναι	Forums για προγραμματιστές, ομάδες χρηστών και ιστολόγιο του παρόχου, Knowledge Base	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	Καμία

Πίνακας 7: Συγκριτικός πίνακας ως προς τους όρους των παρόχων

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

	Rackspace – Cloud Servers	Amazon – EC2
Εγγύηση διαθεσιμότητας	100%	99,95%
Χρόνος διαθεσιμότητας	Όλη η χρονική περίοδος λειτουργίας	Ένας χρόνος λειτουργίας ή 365 μέρες
Χρόνος αποκατάστασης βλάβης	1 ώρα	Δεν έχει οριστεί
Πίστωση	- 0,5% των καταβαλλόμενων τελών για κάθε μισή ώρα μη λειτουργίας της υπηρεσίας (μέχρι το όριο του 100% των καταβαλλόμενων τελών) - Επιπλέον 0,5% των καταβαλλόμενων τελών μετά το πέρας του προβλεπόμενου χρόνου αποκατάστασης (μέχρι το όριο του 100% των τελών).	10% των τελών που καταβλήθηκαν για την τρέχουσα περίοδο διαθεσιμότητας
Κοινοποίηση στους τελικούς χρήστες	Ευθύνη του πελάτη	Ευθύνη του πελάτη
Χρόνος καταβολής πίστωσης	30 ημέρες μετά το συμβάν	30 ημέρες μετά το συμβάν

Πίνακας 8: Συγκριτικός Πίνακας ως προς τους όρους μεταξύ RackSpace & Amazon

Τα ποσοστά λάθους μπορεί να φαίνονται μικρά, αλλά όταν οι συναλλαγές αφορούν εταιρείες με εικοσιτετράωρο κύκλο εργασιών, και η παραμικρή διακοπή μπορεί να αποβεί κοστοβόρα. Κατά καιρούς υπήρχαν περιπτώσεις που είχαν τεθεί εκτός λειτουργίας οι Cloud Υπηρεσίες:

Τον Ιούνιο του 2009 πολλά rack με server της εταιρείας Rackspace σταμάτησαν να λειτουργούν εξαιτίας κάποιας βλάβης στο δίκτυο της εταιρείας. Η ζημιά που προκλήθηκε ήταν μεγάλη, αλλά η εταιρεία άμεσα ενημέρωσε τους πελάτες της για τα τεκταινόμενα και για την αποκατάσταση της βλάβης

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Τον Ιανουάριο του 2010 η εταιρεία Heroku¹⁹ αντιμετώπισε σοβαρό πρόβλημα όταν οι server της εταιρείας Amazon²⁰ τέθηκαν εκτός λειτουργίας. Η Amazon αποκατέστησε την βλάβη εντός μίας ώρας. Η εταιρεία Heroku συνάντησε αυτή τη δυσκολία διότι όλες τις εφαρμογές της τις έτρεχε στους ίδιους server. Έπειτα άρχισε να χρησιμοποιεί και εναλλακτικές τοποθεσίες.

Τον Ιούνιο του 2010 η εταιρεία Intuit διέκοψε την παροχή υπηρεσιών προς τους πελάτες της για σχεδόν δύο μέρες. Σε λιγότερο από ένα μήνα από την επισκευή της προηγούμενης βλάβης, ξανασυνάντησε πρόβλημα για λίγες ώρες μετά από πρόβλημα στην παροχή ρεύματος. Αυτές οι δύο απανωτές βλάβες σε διάστημα λιγότερο του ενός μηνός προκάλεσαν ανησυχία στους πελάτες της.

Η εταιρεία Amazon τον Ιούνιο του 2009 μετά από συντονισμένη επίθεση Denial of Service αντιμετώπισε σοβαρό πρόβλημα για 5 ώρες. Σε άλλη χρονική στιγμή εξαιτίας ηλεκτρικής καταιγίδας τα συστήματά της είχαν μείνει εκτός λειτουργίας για περίπου 6 ώρες. Τον Μάιο του 2010 διαδραματίστηκαν τρία συμβάντα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα που είχαν σαν αποτέλεσμα να τεθεί εκτός λειτουργίας το Υπολογιστικό κέντρο της Amazon στην Virginia τρεις φορές εκτός λειτουργίας. Το πρώτο συνέβη όταν κάποιο UPS²¹ χάλασε και έθεσε εκτός λειτουργίας κάποια rack της εταιρείας, το δεύτερο όταν βραχυκύκλωσε κάποιο κύκλωμα τροφοδοσίας και το τρίτο όταν ένα όχημα έπεσε πάνω σε κολώνα ηλεκτρικού ρεύματος και έμειναν οι εγκαταστάσεις χωρίς ρεύμα για περίπου 30 λεπτά.

2.1.4. Διαθεσιμότητα και χρήση APIs²²

Οι πελάτες γενικότερα επιθυμούν την ευελιξία στις υπηρεσίες που τους παρέχονται ώστε να μπορούν να μετακινηθούν σε διαφορετικό πάροχο όταν το αποφασίσουν ή να συνεργάζονται ταυτόχρονα με περισσότερους του ενός παρόχους. Είναι εύλογο ότι για να γίνει αυτό θα πρέπει οι πάροχοι να έχουν κάποιο κοινό API ώστε να μπορέσει ο πελάτης με μικρή σχετικά δυσκολία να συνεργαστεί ταυτόχρονα με τους παρόχους ή να μεταφερθεί σε κάποιον άλλο. Ένα άλλο πλεονέκτημα της επιλογής παρόχου με API που χρησιμοποιείται και από άλλους είναι η ύπαρξη κοινοτήτων – ομάδων χρηστών που αλληλοϋποστηρίζονται και αποτελούν ευκαιρίες για την ανάπτυξη βοηθητικών εργαλείων και προγραμμάτων υποστήριξης. Σαν παράδειγμα θα αναφέρουμε τις κοινότητες που αναπτύχθηκαν γύρω από τα APIs της VmWare²³ και Amazon και αποτέλεσαν ευκαιρία για την ανάπτυξη εργαλείων διαχείρισης και παρακολούθησης των συστημάτων. Τέλος, στο κομμάτι της διαθεσιμότητας αξίζει να σημειώσουμε ότι οι εταιρείες

¹⁹ Η εταιρεία Heroku αποτελεί πάροχο υπηρεσιών Cloud Platform as a Service για τους προγραμματιστές που χρησιμοποιούν την γλώσσα Ruby.

²⁰ Εδώ φαίνεται το μοντέλο όπου η Amazon παρέχει Infrastructure as a Service (IaaS) στην εταιρεία Heroku, η οποία με τη σειρά της σε επιχειρήσεις ανάπτυξης προγραμμάτων προσφέρει υπηρεσίες Platform as a Service (PaaS) και πιθανόν οι πελάτες της στη συνέχεια να προσφέρουν Software as a Service (SaaS).

²¹ UPS: Unlimited Power Supply, χρησιμοποιείται σε υπολογιστικά συστήματα ως εφεδρική τροφοδοσία σε περίπτωση που για κάποιο λόγο δεν έρθει ηλεκτρικό ρεύμα ή έρθει «αλλοιωμένο» (=με άνοδο ή πτώση τάσης).

²² API: Application Programming Interface: Πρόκειται για την διεπαφή μεταξύ των συστημάτων της εταιρείας και της γλώσσας προγραμματισμού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Σαν παράδειγμα για το API θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την ιστοσελίδα εισαγωγής παραμέτρων σε δικτυακό εκτυπωτή.

²³ Η εταιρεία VmWare δεν προσφέρει η ίδια υπηρεσίες Cloud, αλλά πολλοί πάροχοι χρησιμοποιούν τα συστήματα και τα APIs της.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Amazon, Vmware και Microsoft, προσφέρουν την δυνατότητα συνεργασίας των συστημάτων τους και των API με τα συστήματα των πελατών κι έτσι επιτρέπουν την δημιουργία Υβριδικού Cloud.

Ο Πίνακας 9 περιέχει πληροφορίες σχετικά με τις διαθέσιμες κοινότητες ανά πάροχο υπηρεσιών Cloud, ενώ ακολουθεί ο Πίνακας 9 (αναφέρεται στους παρόχους που έχουμε ήδη) ο οποίος συγκρίνει τα API και άλλες πληροφορίες που έχουν σχέση με τη χρήση και ανάπτυξη εφαρμογών. (24)

Χαρακτηριστικά των Api's των Παρόχων

Όνομασία Παρόχου - προϊόντος	Πίνακας Ελέγχου	Εργαλεία ανάπτυξης	Προρυθμισμένα Server Templates	Επιπλέον υπηρεσίες αποθήκευσης Cloud	Add-On εφαρμογές
Amazon.com EC2 (Elastic Compute Cloud 2)	Ναι: σε περιβάλλον ιστοσελίδας	Ναι: Διαθέσιμα εργαλεία γραμμών εντολών AMI και API.	Ναι	Ναι: Amazon S3	Διαθέσιμα Third-party plugins
GoGrid GoGrid Cloud Computing	Ναι: σε περιβάλλον ιστοσελίδας	Ναι: Διαθέσιμα εργαλεία API και libraries.	Ναι	Ναι: GoGrid Cloud Storage (δοκιμαστική έκδοση)	Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές third-party
Google Google App Engine for Business	Ναι: Κονσόλα διαχείρισης	App Engine SDK για Java και Python.	Ναι	Όχι: η υπηρεσία Cloud Storage είναι σε φάση ανάπτυξης από την Google	Πληροφορία μη διαθέσιμη.
Joyent SmartMachines	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	Προσφέρει πλήρες κέντρο ανάπτυξης λογισμικού.	Ναι	Ναι: SmartMachine Cloud Hosting	Πληροφορία μη διαθέσιμη.
Layered Technologies The GridLayer Virtual Machine	Ναι: Πίνακας ελέγχου με Fantastico or Direct Admin	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη
Rackspace Cloud Servers	Ναι: σε περιβάλλον ιστοσελίδας	Ναι: Διαθέσιμα στην ιστοσελίδα Cloud Tools	Ναι	Ναι	Οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν εφαρμογές third-party
Salesforce.com Force.com Unlimited	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	Ναι, πολλά εργαλεία είναι διαθέσιμα για τους προγραμματιστές του Force.com	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	Ναι. Οι πελάτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές τρίτων για να προσθέσουν Cloud Storage.	Οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν εφαρμογές third-party

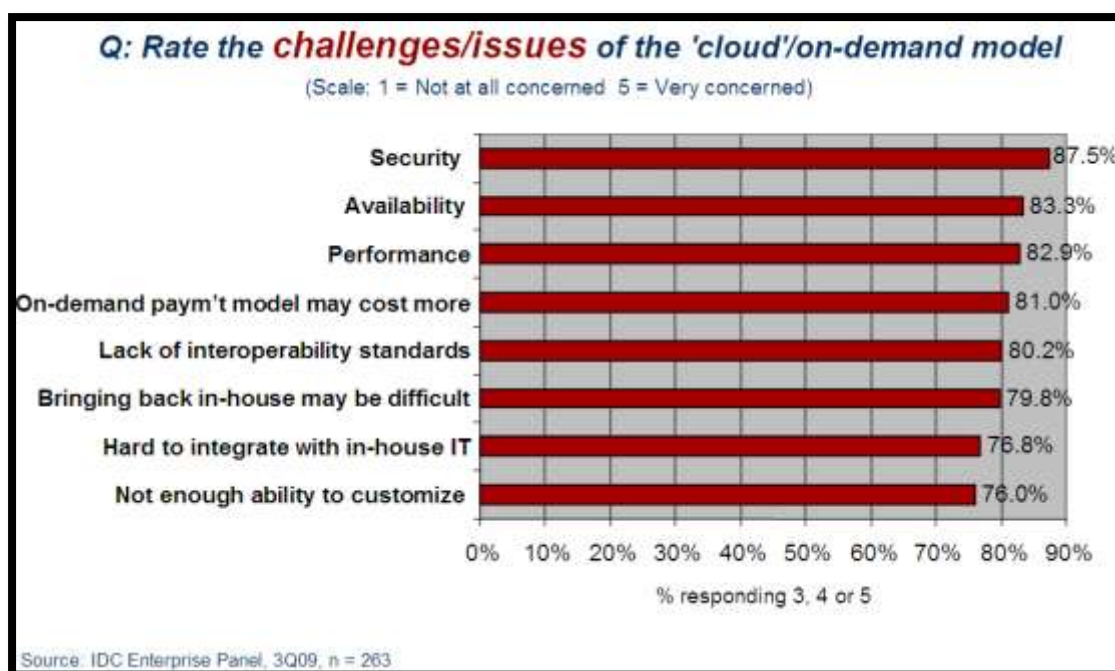
Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Terremark Enterprise Cloud	Ναι: Infinicenter Console	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	Ναι	No	Πληροφορία μη διαθέσιμη.
Microsoft Windows Azure	Ναι: σε περιβάλλον ιστοσελίδας	Ναι, πολλά εργαλεία είναι διαθέσιμα	Πληροφορία μη διαθέσιμη.	Ναι: Windows Azure Storage	Οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν εφαρμογές third-party

Πίνακας 9: Συγκριτικός πίνακας ως προς τα APIs των παρόχων

2.1.5. Ασφάλεια & Πιστοποιήσεις

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 23 η πολύ μεγάλη ανησυχία των πελατών είναι η ασφάλεια των δεδομένων τους. Στην πραγματικότητα όμως η ανασφάλεια προκύπτει από το γεγονός ότι δεν έχουν την δυνατότητα οι ίδιοι να κάνουν επιθεώρηση της ασφάλειας.



Εικόνα 23: Ανησυχίες σχετικά με το Cloud. Πηγή: IDC Enterprise Panel, 3Q2009

Βέβαια, υπάρχουν διαδικασίες πιστοποιήσεις τήρησης βασικών κανόνων ασφαλείας και διαδικασιών προσωποποιημένες από διεθνείς οργανισμούς. Δύο από τις πιο γνωστές και βασικές πιστοποιήσεις είναι η SAS 70 και η ISO 27001.

Η πιστοποίηση Statement on Auditing Standards (SAS) No. 70 (SAS 70) είναι ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε από το Αμερικάνικο Ινστιτούτο Ορκωτών Λογιστών και απευθύνεται σε εταιρείες που έχουν σαν κύριο αντικείμενο την παροχή υπηρεσιών και φιλοξενούν ή επεξεργάζονται δεδομένα των πελατών τους. Επιτρέπει σε κάποιον ανεξάρτητο ελεγκτή να εκφέρει μία τεκμηριωμένη άποψη σχετικά με την κατάσταση και τις διαδικασίες ελέγχου της επιχείρησης. Η έκθεση που παράγεται από τον έλεγχο μπορεί να μοιραστεί μεταξύ των πελατών της επιχείρησης και των συμβαλλόμενων ελεγκτών. Η επιχείρηση που ελέγχεται είναι υπεύθυνη για την παροχή περιγραφών των αντικειμένων ελέγχου καθώς και τον διαδικασιών ελέγχου που ενδιαφέρουν τους πελάτες και τους ελεγκτές.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Με τον έλεγχο κατά SAS 70 γίνεται αξιολόγηση μέχρι και της αποτελεσματικότητας των ελέγχων των οικονομικών εκθέσεων. Αυτό είναι σημαντικό διότι μία τέτοια θετική έκθεση μπορεί να δείξει την βιωσιμότητα μίας επιχείρησης στη σύγχρονη μεταβαλλόμενη παγκόσμια οικονομία.

Ο ελεγκτής κατά την διάρκεια του οικονομικού ελέγχου πρέπει να αναπτύξει την γνώση της λειτουργίας της επιχείρησης, των διαδικασιών ελέγχου και της αποτελεσματικότητάς τους όπως αυτά περιγράφονται στο SAS 55. Στην περίπτωση δε που η επιχείρηση ασχολείται με συναλλαγές, αποθήκευση δεδομένων, υποδομές πληροφορικής ή άλλες διαδικασίες επεξεργασίας δεδομένων, ο ελεγκτής πρέπει να κατανοήσει τον έλεγχο και την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών που λαμβάνονται από την επιχείρηση για την διαχείριση του κινδύνου των δεδομένων. Στην τελευταία περίπτωση ο έλεγχος γίνεται κατά το πρότυπο SAS type2.

Ο έλεγχος κατά SAS 70 επαναλαμβάνεται σε ετήσια βάση και η έκθεση γίνεται για την χρονική στιγμή του ελέγχου. Ο έλεγχος κατά SAS 70 type2 επαναλαμβάνεται και αυτός κάθε χρόνο αλλά η έκθεση γίνεται για την χρονική περίοδο που διήρκεσε ο έλεγχος (συνήθως 6 μήνες).

Τον Απρίλιο του 2010 το Αμερικανικό Ινστιτούτο Ορκωτών Λογιστών δημοσίευσε τον αντικαταστάτη του SAS 70 που θα είναι το Statement on Standards for Attestation Engagements (SSAE) No. 16 και θα αρχίσει να ισχύει από 15 Ιουνίου 2011. Το SSAE 16 θα έχει τριών ειδών εκθέσεις: Την SOC1,2,3. (27) (28) (29) (30)

Ακολουθεί ο Πίνακας 10 που περιγράφει τις τρεις αυτές αναφορές. (27)

	Έκθεση SOC 1	Έκθεση SOC 2	Έκθεση SOC 3
Αντικείμενα ελέγχου	Ελέγχει την επιχείρηση σχετικά με τους εσωτερικούς ελέγχους των οικονομικών αναφορών και εκθέσεων.	Ελέγχει την επιχείρηση σχετικά με την ασφάλεια, διαθεσιμότητα, ακεραιότητα επεξεργασίας, εμπιστευτικότητα και ιδιωτικότητα των δεδομένων. Στην περίπτωση που έλεγχος αφορά την αρχή της εμπιστευτικότητας, ελέγχονται οι δεσμεύσεις της εταιρείας όπως αυτές περιγράφονται στις πρακτικές της δήλωσης εμπιστευτικότητας.	Ελέγχει την επιχείρηση σχετικά με την ασφάλεια, διαθεσιμότητα, ακεραιότητα επεξεργασίας, εμπιστευτικότητα και ιδιωτικότητα των δεδομένων. Στην περίπτωση που έλεγχος αφορά την αρχή της εμπιστευτικότητας, ελέγχονται οι δεσμεύσεις της εταιρείας όπως αυτές περιγράφονται στις πρακτικές της δήλωσης εμπιστευτικότητας.
Τι περιλαμβάνει η έκθεση	Περιγραφή της εταιρείας. Εκτίμηση του ελεγκτή σχετικά με την αξιοπιστία της παρουσίασης της περιγραφής της εταιρείας, με την	Περιγραφή της εταιρείας. Εκτίμηση του ελεγκτή σχετικά με την αξιοπιστία της παρουσίασης της περιγραφής της εταιρείας, με την πρακτικότητα του σχεδιασμού των ελέγχων. Στην περίπτωση που ο	Έκθεση του ελεγκτή σχετικά με το εάν η εταιρεία διατηρεί την αποτελεσματικότητα των ελέγχων σχετικά με τις αρχές που υποστηρίζει ότι

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Σε ποιους απευθύνεται η Έκθεση	<p>πρακτικότητα του σχεδιασμού των ελέγχων .</p> <p>Εάν πρόκειται για έκθεση Type2, περιλαμβάνει εκτίμηση για την αποτελεσματικότητα των ελέγχων, τις δοκιμές που έγιναν και τα αποτελέσματά τους.</p>	<p>έλεγχος αφορά την αρχή της εμπιστευτικότητας, περιλαμβάνεται και η άποψη του ελεγκτή σχετικά με την συμμόρφωση της εταιρείας με τις αρχές που περιγράφει στην δήλωση εμπιστευτικότητας.</p> <p>Εάν πρόκειται για έκθεση Type2, περιλαμβάνει τις δοκιμές που έγιναν και τα αποτελέσματά τους.</p>	<p>διέπουν τα συστήματά της. Έτσι η έκθεση περιλαμβάνει την αποτελεσματικότητα των ελέγχων σχετικά με την ασφάλεια, διαθεσιμότητα, ακεραιότητα επεξεργασίας, εμπιστευτικότητα και ιδιωτικότητα των δεδομένων.</p> <p>Στην περίπτωση που ο έλεγχος αφορά την αρχή της εμπιστευτικότητας, περιλαμβάνεται και η άποψη του ελεγκτή σχετικά με την συμμόρφωση της εταιρείας με τις αρχές που περιγράφει στην δήλωση εμπιστευτικότητας.</p>
	<p>Απευθύνεται στον Ελεγκτή, στη διοίκηση του πελάτη του Ελεγκτή και στη διοίκηση της επιχείρησης που ελέγχθηκε.</p>	<p>Στα συμβαλλόμενα μέρη που γνωρίζουν σχετικά με:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Την φύση των υπηρεσιών που προσφέρονται από την επιχείρηση • πώς το σύστημα της επιχείρησης αλληλεπιδρά με τους πελάτες και τα άλλα συμβαλλόμενα μέρη • εσωτερικούς ελέγχους και σχετικούς περιορισμούς 	<p>Σε όλους</p>

Πίνακας 10: Περιγραφή των εκθέσεων SOC 1,2,3 κατά SSAE 16

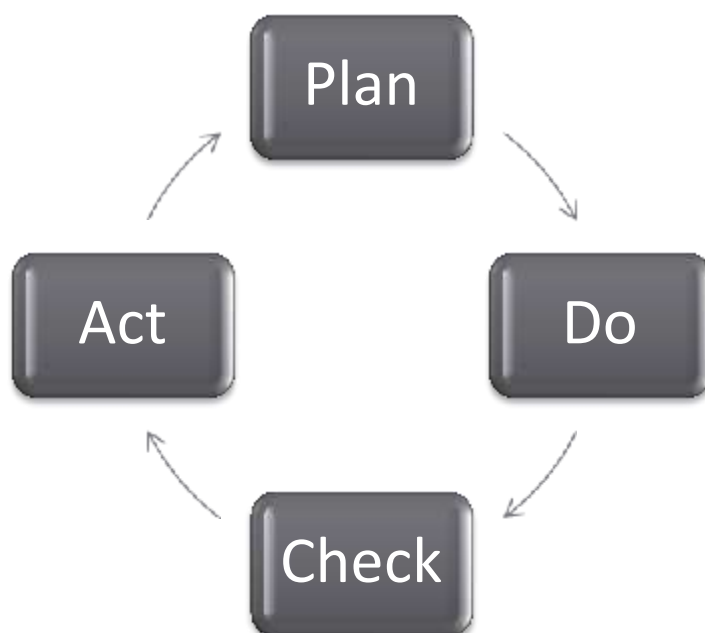
Η πιστοποίηση ISO/IEC 27001 ανήκει στην οικογένεια πιστοποιήσεων του οργανισμού ISO που αφορούν την διαχείριση της ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων. Το πρότυπο αναφέρεται σε όλους τους τομείς της βιομηχανίας, εμπορίου και υπηρεσιών. Καλύπτει την ασφάλεια των πληροφοριών όπως και εάν τηρούνται αυτές (εκτυπωμένες, αποθηκευμένες ηλεκτρονικά, ειπωμένες προφορικά, κλπ).

Η πιστοποίηση ISO/IEC 27001 αποτελείται από ένα σύνολο κανόνων και ο ειδικός ελεγκτής ελέγχει εάν τηρούνται αυτοί οι κανόνες. Οι κανόνες αυτοί έχουν επίπτωση και στον τρόπο με τον οποίο δομείται για λειτουργεί η επιχείρηση. Θα πρέπει η επιχείρηση σε τακτικό επίπεδο να κάνει έλεγχο ασφάλειας, καταμέτρηση απειλών, ευπαθειών και μέτρηση των συνεπειών της. Ακολουθεί ο σχεδιασμός και ενσωμάτωση δράσεων ώστε να εξαλείφουν, παρακαμφθούν, μειωθούν ή περιοριστούν οι επιπτώσεις των κινδύνων. Τέλος έχουμε την υιοθέτηση μίας

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

πολιτικής η οποία θα διασφαλίζει ότι οι έλεγχοι ασφαλείας θα συνεχίζουν να πληρούν τις προϋποθέσεις και τις ανάγκες της εταιρείας για την προστασία των δεδομένων.

Σε γενικές γραμμές η πιστοποίηση ISO/IEC 27001 αναγκάζει την επιχείρηση στον τομέα της ασφάλειας των πληροφοριών να λειτουργεί με το μοντέλο Plan – Do – Check – Act, μία αέναη διαδικασία ελέγχου και βελτίωσης της ασφάλειας του Πληροφοριακού Συστήματος.



Εικόνα 24: : ISO 27001 Plan-do-check-act

Για να συνοψίσουμε τις 2 πιστοποιήσεις που είδαμε, ακολουθεί ο Πίνακας 11 όπου μπορούμε να δούμε ότι με την πιστοποίηση SAS70 ελέγχουμε κυρίως τους μηχανισμούς ελέγχου και επιτήρησης των οικονομικών μιας επιχείρησης ενώ με το ISO 27001 την ασφάλεια των Πληροφοριακών Συστημάτων της. (31) (32) (33)

Μεθοδολογία	SAS 70	ISO 27001
Χρήση	Οδηγός ελέγχου για ελάχιστες απαιτήσεις	Διαχείριση απαιτήσεων
Μέθοδος αξιολόγησης	Έκθεση του ελεγκτή	Διεθνής πιστοποίηση
Στόχος	Επικέντρωση στα οικονομικά της επιχείρησης (δηλώσεις και σχετικά συστήματα)	Επικέντρωση στην επιχείρηση για οποιοδήποτε – όποιας μορφής – πληροφοριακό σύστημα χρησιμοποιείται
Τύπος	Διαγνωστική	Προληπτική
Μοντέλο επικινδυνότητας	Ξεκινάει με δεδομένο τον πλήρη κίνδυνο και έπειτα μειώνει το επίπεδο	Αναγνωρίζει τον κίνδυνο, τον υπολογίζει, αντιμετωπίζει
Ορισμός των ελέγχων και των μετρήσεων	Απαιτείται μόνο για έκθεση Type2	Απαιτείται από ISMS
Συνεχής βελτίωση	Δεν ασχολείται	Συνεχείς ανανεώσεις

Πίνακας 11: Σύγκριση SAS 70 και ISO 27001

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Όπως και στις προηγούμενες ενότητες, έτσι κι εδώ υπάρχει ο Πίνακας 12 ο οποίος και συγκρίνει τις παρεχόμενες υπηρεσίες ασφαλείας μεταξύ των παρόχων. (24)

Όνομασία Παρόχου - προϊόντος	Χαρακτηριστικά ασφαλείας των Παρόχων	
	Ασφάλεια	Επιπλέον ασφάλεια
Amazon.com EC2 (Elastic Compute Cloud 2)	Οι χρήστες έχουν τον πλήρη έλεγχο της βιωσιμότητας των συστημάτων τους και μπορούν να επιλέξουν ποια μηχανήματα θα επικοινωνούν μεταξύ τους. Η Amazon συστήνει στους χρήστες της να ασφαλίζουν τις εγκαταστάσεις τους όπως θα έκαναν με οποιοδήποτε άλλο Linux host.	Προσφέρει “Reduced Redundancy Storage” (RRS) μέσα στο Amazon S3. Επιπλέον είναι διαθέσιμη και η υπηρεσία “Elastic Load Balancing” μαζί με την δυνατότητα επιλογής τοποθέτησης των server σε διαφορετικές τοποθεσίες.
GoGrid GoGrid Cloud Computing	Συμμόρφωση κατά SAS 70, VLAN τμηματοποίηση. Επιλογές για Firewall, VPN, και IDSDS θα είναι διαθέσιμες σύντομα.	Πληροφορία μη διαθέσιμη.
Google Google App Engine for Business	Προστασία από DoS και πρωτόκολλο SSL σε όλες τις App Engine εφαρμογές. Πληροφορίες για την ασφάλεια του υλικού δεν είναι διαθέσιμες αλλά όλες είναι συμμορφωμένες κατά SAS 70 Type II audit.	Τα δεδομένα αντιγράφονται σε πολλαπλά κέντρα δεδομένων σε διαφορετικές περιοχές. Περισσότερες πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες.
Joyent SmartMachines	Απομονωμένη μνήμη, αποθηκευτικός χώρος και δίκτυο σε επίπεδο εικονικού μηχανήματος. Οι χρήστες έχουν τον πλήρη έλεγχο (root access) σε πόρτες και διεργασίες, αλλά όχι σε επίπεδο kernel. Κρυπτογραφημένο NAS μαζί με απομονωμένη τοπική αποθήκευση είναι διαθέσιμες επιλογές.	Πληροφορία μη διαθέσιμη.
Layered Technologies The GridLayer Virtual Machine	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη
Rackspace Cloud Servers	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Salesforce.com Force.com Unlimited	Προστασία με firewall, συστήματα ελέγχου μη εγκεκριμένης πρόσβασης, SSL κωδικοποίηση, Πιστοποιήσεις ISO 27001 και SAS 70 Type II	Πληροφορία μη διαθέσιμη
Terremark Enterprise Cloud	Πιστοποιήσεις SAS 70 Type II, PCI-DSS και Safe Harbor. Firewall, intrusion detection, συστήματα ελέγχου μη εγκεκριμένης πρόσβασης, και κρυπτογράφηση.	Για όλα τα κέντρα δεδομένων η εταιρεία χρησιμοποιεί εφεδρικές μονάδες παροχής ρεύματος και κλιματισμού σύμφωνα με το μοντέλο n+2.
Microsoft Windows Azure	Πιστοποιήσεις SAS 70 Type I, SAS 70 Type II, ISO/IEC 27001. Υπάρχει φιλτράρισμα πακέτων, απομόνωση των εικονικών μηχανημάτων από τα αρχικά, απομόνωση εικονικών δικτύων και οπτικών ελεγκτών. Τα δεδομένα κρυπτογραφούνται.	Τα δεδομένα αντιγράφονται μεταξύ πολλαπλών κόμβων των κέντρων δεδομένων.

Πίνακας 12: Σύγκριση των παρεχόμενων υπηρεσιών ασφαλείας των παρόχων

2.1.6. Κόστος

Συνήθως όταν συγκρίνουμε προϊόντα ή υπηρεσίες, από τα πρώτα στοιχεία που βλέπουμε είναι η διαφορά στο κόστος. Στην περίπτωσή μας, δεν μπορεί να εφαρμοστεί κάτι τέτοιο διότι ο κάθε πάροχος χρησιμοποιεί διαφορετικά συστήματα, διαφορετικές μονάδες μέτρησης και διαφορετικές μεθόδους μέτρησης. Για παράδειγμα, η Amazon μετράει EC2 Compute Units, η Heroku μετράει Dynos και η Google cru cycles.

Παρόλαυτά, ακολουθεί ο Πίνακας 13 ο οποίος και έχει γενικά συγκριτικά μεταξύ των παρόχων (και όχι απόλυτες τιμές) ως προς τον τρόπο με τον οποίο χρεώνουν τις υπηρεσίες που παρέχουν. Αξίζει να σημειωθεί ότι εφαρμογή υπολογισμού του εκτιμώμενου κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών διαθέτουν μόνο 2 από τους 8 παρόχους που συγκρίνουμε. (24)

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Ονομασία Παρόχου - προϊόντος	Κοστολογικά χαρακτηριστικά Παρόχων			
	Όροι χρέωσης	Μονάδες χρέωσης	Κόστος	Δικτυακός υπολογισμός κόστους
Amazon.com EC2 (Elastic Compute Cloud 2)	Χρέωση ανά μήνα για το σύνολο των πόρων που χρησιμοποιήθηκαν . Η χρέωση ξεκινάει κατά την εκκίνηση κάποιου μηχανήματος και σταματάει όταν το μηχάνημα αυτό κλείσει από επιλογή του χρήστη ή από σφάλμα.	Χρέωση ανά υπηρεσία ανά ώρα για κάθε είδος υπηρεσίας που χρησιμοποιήθηκε . Οι δεσμευμένες υπηρεσίες χρεώνονται μία φορά.	On-Demand Instances: \$0.085/hr έως \$2.88/hr ανάλογα της παραμετροποίησης και OSOS; Reserved Instances: \$0.03/hr to \$1.10/hr ανάλογα της παραμετροποίησης και Requires one-time fee; Spot Instances: \$0.031/hr to \$1.089/hr ανάλογα της παραμετροποίησης και OSOS	http://calculator.s3.amazonaws.com/calc5.html
GoGrid GoGrid Cloud Computing	Οι πελάτες χρεώνονται ανά μήνα.	Η χρέωση γίνεται με βάση το χρόνο που χρησιμοποιήθηκε η μνήμη RAM ανά server. Οι πελάτες πληρώνουν μόνο για: Ώρες χρήσης μνήμης RAM των Server, μεταφορά δεδομένων προς το Internet, και αποθήκευση cloud που έχει ξεπεράσει τα 10GB.	Pay-as-You-Go: \$0.19/hr; Professional Cloud: \$199/mo (\$0.08/hr); Business Cloud: \$999/mo (\$0.07/hr); Corporate Cloud: \$3,999/mo (\$0.06/hr); Enterprise Cloud: \$9,999/mo (\$0.05/hr)	Κανένας
Google Google App Engine for Business	Οι πελάτες χρεώνονται ανά μήνα. Όλοι οι λογαριασμοί για τις υπηρεσίες συγκεντρώνονται σε έναν λογαριασμό για εύκολη πληρωμή.	Χρέωση ανά χρήστη με μέγιστη χρέωση \$1,000 ανά μήνα. Η ανάπτυξη των εφαρμογών είναι δωρεάν.	\$8/χρήστη, με μέγιστο τα \$1,000, ανά μήνα	Κανένας

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Joyent SmartMachines	Οι πελάτες χρεώνονται ανά μήνα (με βάση την ημερομηνία πρώτης χρήσης της υπηρεσίας)	Χρέωση ανά GB της χρησιμοποιούμενης RAM.	.25GB: \$25/μήνα; 1GB: \$125 / μήνα; 2GB: \$250/ μήνα; 4GB: \$500/ μήνα; 8GB: \$1,000/ μήνα; 16GB:- \$2,000/ μήνα; 32GB: \$4,000/ μήνα	Κανένας
Layered Technologies The GridLayer Virtual Machine	Οι πελάτες χρεώνονται ανά μήνα.	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Πληροφορία μη διαθέσιμη	Κανένας
Rackspace Cloud Servers	Οι πελάτες χρεώνονται ανά 30 ημέρες.	Η χρέωση γίνεται ανά ώρα.	Για τους Linux cloud servers το εύρος είναι από \$0.015/ώρα μέχρι \$0.96/ ώρα αναλόγως της παραμετροποίησης. Επιπρόσθετη χρέωση \$0.03/ ώρα για Red Hat Enterprise Linux. Για τους windows cloud servers το εύρος τιμών είναι από \$0.04/ ώρα έως \$1.08/ ώρα αναλόγως της παραμετροποίησης.	http://www.rackspacecloud.com/cloud_hosting_products/servers/pricing
Salesforce.com Force.com Unlimited	Οι πελάτες χρεώνονται ανά μήνα. Η χρέωση ξεκινάει από την πρώτη μέρα της χρήσης της υπηρεσίας.	Χρέωση ανά χρήστη.	\$75 ανά χρήστη ανά μήνα	Κανένας
Terremark Enterprise Cloud	Οι πελάτες χρεώνονται ανά μήνα.	Η χρέωση γίνεται ανά είδος χρησιμοποιούμενου πόρου όπως επεξεργαστική ισχύς, μνήμη, αποθηκευτικός χώρος, κ.α.	Η χρέωση των πόρων ξεκινάει από τα \$2,200 τον μήνα. Η τιμή αλλάζει ανάλογα των χρησιμοποιούμενων πόρων.	Κανένας
Microsoft Windows Azure	Οι πελάτες χρεώνονται ανά μήνα ή εξάμηνο ανάλογα το πρόγραμμα που θα διαλέξουν	Αναλόγως του προγράμματος χρεώνονται και οι πόροι που καταναλώνονται.	Η χρέωση είναι ανάλογη της γεωγραφικής περιοχής, του προγράμματος και των χρησιμοποιούμενων πόρων.	https://roianalyst.alinean.com/msft/AutoLogin.do?d=176318219048082115

Πίνακας 13: Συγκριτικός Πίνακας τρόπου χρέωσης των υπηρεσιών των παρόχων

3. Έρευνες σχετικά με τις υπηρεσίες Cloud Computing

Οι υπηρεσίες Cloud Computing δεν είναι απλά μία καινούρια εφεύρεση κάποιων εταιρειών, αλλά μία νέα τεχνολογία που θα αλλάξει τον τρόπο αντίληψης της πληροφορικής. Για τον λόγο αυτό, γίνονται πολλές έρευνες σχετικά με το Cloud τόσο από ανεξάρτητους επιστήμονες και εταιρείες όσο και από οργανισμούς και κράτη.

Παρακάτω ακολουθούν κάποια από τα σημαντικά ερευνητικά προγράμματα που υπάρχουν στον τομέα του Cloud Computing.

3.1. Unified Interface Cloud Project

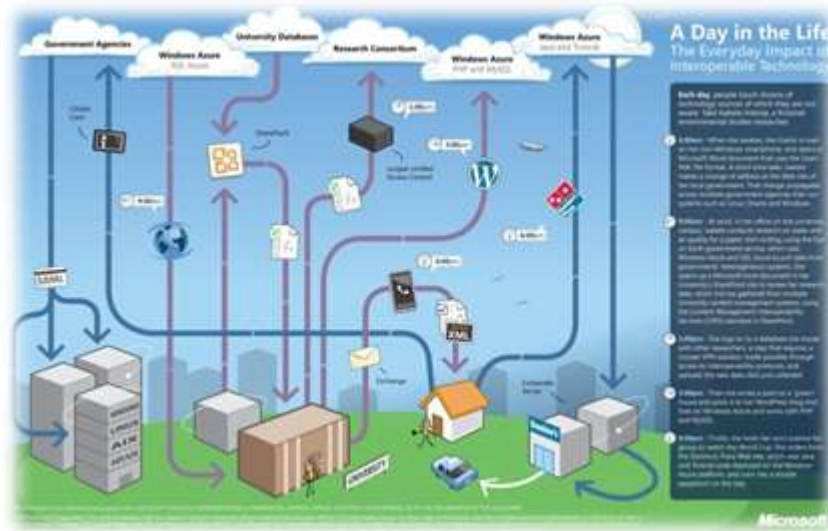
Μία αξιόλογη προσπάθεια έχει γίνει από το Cloud Computing Interoperability Forum με το Unified Interface Cloud Project. Στόχος αυτού του Project είναι η δημιουργία μιας ενιαίας Cloud διεπαφής η οποία θα είναι προτυποποιημένη για την ενοποίηση διαφόρων Cloud APIs. Ο στόχος είναι να μπορεί αυτό η ενοποιημένη διεπαφή να διαχειριστή όλη την υποδομή καθώς και τις υπηρεσίες Cloud που προσφέρονται ή αναμένεται να προσφερθούν. Αποτέλεσμα αυτής της έρευνας είναι η δημιουργία ενός πρότυπου δοκιμαστικού API που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις υπηρεσίες της Amazon και Enoormaly. Στην Εικόνα 25 μπορούμε να δούμε ένα διάγραμμα με τον τρόπο λειτουργίας αυτού του API. (34) (35)



Εικόνα 25: Πρότυπο Interoperable API από CCIF. Πηγή: <http://code.google.com/p/unifiedcloud/>

3.2. Simple Cloud

Στον τομέα της διαλειτουργικότητας η Microsoft έχει επενδύσει σε έρευνα και το όραμά της για τις υπηρεσίες Cloud φαίνεται στην Εικόνα 26.



Εικόνα 26: Το όραμα της Microsoft για την χρήση υπηρεσιών Cloud. Πηγή: <http://www.simplecloud.org/>

Η Microsoft μαζί με άλλες μεγάλες εταιρείες του χώρου όπως Rackspace, GOGRID, IBM, Nirvanix, Zend προχώρησαν στην δημιουργία του έργου Simple Cloud. Το έργο αυτό έχει σαν στόχο τη δημιουργία μίας κοινής διεπαφής για τις υπηρεσίες File Storage, Document Storage και Simple Queue μέσω της χρήσης γλώσσας προγραμματισμού PHP²⁴. Το εγχείρημα αυτό έχει γίνει αποδεκτό από την διεθνή κοινότητα καθώς αποτελεί μία προσέγγιση της κοινότητας ανοιχτού λογισμικού με τις εταιρείες και τα αποτελέσματά του μπορούν να προσφέρουν ευελιξία στους χρήστες για την μετακίνηση από τον ένα πάροχο στον άλλο. Στην Εικόνα 27 μπορούμε να δούμε τις υπηρεσίες που έχουν ήδη ενσωματωθεί και ποιες είναι υπό εξέλιξη. (36) (37)

Storage API	Queue API	Document API
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amazon S3 ✓ Windows Azure Blob Storage ✓ Nirvanix ✓ Local ⊗ Rackspace Cloud Files ⊗ GoGrid Cloud Storage 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amazon SQS ✓ Windows Azure Queue Storage ✓ Local 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amazon SimpleDB ✓ Windows Azure Table Storage ⊗ Local

✓ = Available ⊗ = Targetted

Εικόνα 27: Η ανάπτυξη του Simple Cloud. Πηγή: <http://www.simplecloud.org/>

3.3. Artifact-Centric Service Interoperation (ACSI)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του 7th Framework Programme, Objective 1.2 ξεκίνησε αυτό το ερευνητικό πρόγραμμα διάρκειας τριών χρόνων και συνολικού προϋπολογισμού 4.699.000€. Στο ερευνητικό αυτό πρόγραμμα συμμετέχουν:

- **Università degli Studi di Roma La Sapienza (Uniroma1),**

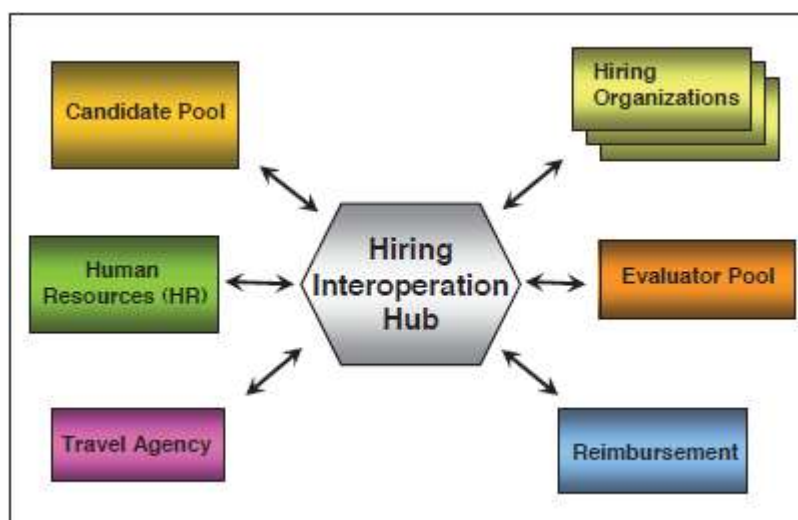
²⁴ Πρόκειται για γλώσσα προγραμματισμού ιστοσελίδων πολύ διαδομένη και ευέλικτη.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

- **Libera Università di Bolzano (FUB),**
- **Imperial College of Science, Technology and Medicine (Imperial),**
- **Technische Universiteit Eindhoven (TU/e),**
- **Tartu Ülikool (UT)**
- **Indra Software Labs SLU (Indra)**
- **Collibra NV/SA (Collibra)**
- και γίνεται υπό την εποπτεία της **IBM Israel – Science and Technology LTD (IBM, Coordinator).** (38) (39)

Στόχος του έργου αυτού είναι η μείωση του απαιτούμενου χρόνου σχεδιασμού, ανάπτυξης, συντήρησης και εισαγωγής σε περιβάλλον που οι υποστηριζόμενες υπηρεσίες διαλειτουργούν. Η υλοποίηση περιλαμβάνει θεματικά κέντρα τα οποία θα διευκολύνουν την ελαστικότητα και επεκτασιμότητα των συνεργαζόμενων υπηρεσιών και δυναμικές δομές οι οποίες θα επιτρέπουν την επιχειρησιακή προσέγγιση των θεμάτων ώστε να είναι δυνατή η διάδραση μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών και οργανισμών.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο λειτουργίας, θα δούμε ένα παράδειγμα στην Εικόνα 28 σχετικά με την πρόσληψη του προσωπικού. Βλέπουμε ότι στο κέντρο έχουμε το κέντρο διαλειτουργικότητας και γύρω του τις δυναμικές δομές οι οποίες προσφέρουν την μείξη δεδομένων, διαδικασιών και υπηρεσιών στη βάση των επιχειρησιακών δομών.



Εικόνα 28: Παράδειγμα δομής σύμφωνα με την μελέτη ACSl. Πηγή: *Artifact-Centric Service Interoperation*

Το θετικό με την συγκεκριμένη έρευνα είναι ότι μπορεί να γενικοποιήσει τα πλεονεκτήματα των δυναμικών δομών σε συνδυασμό με τα κέντρα διαλειτουργικότητας και την συνεργασία υπηρεσιών. Κατά τον τρόπο αυτό το σύστημα θα μπορεί να λειτουργήσει είτε εάν οι υπηρεσίες προσφέρονται από κάποιο Service Oriented System είτε από κάποια παλαιότερη εφαρμογή προσαρμοσμένη στη λογική SOA.

Η τεχνολογία αυτή μπορεί να έχει εφαρμογές σε Κυβερνητικές Υπηρεσίες, στην Ενέργεια, στην Υγεία, σε Logistics εφοδιαστικής αλυσίδας, στην βαριά βιομηχανία (όπως αεροναυπηγική), κ.α.

3.4. Vision Cloud (Virtualized Storage Services Foundation for the Future Internet)

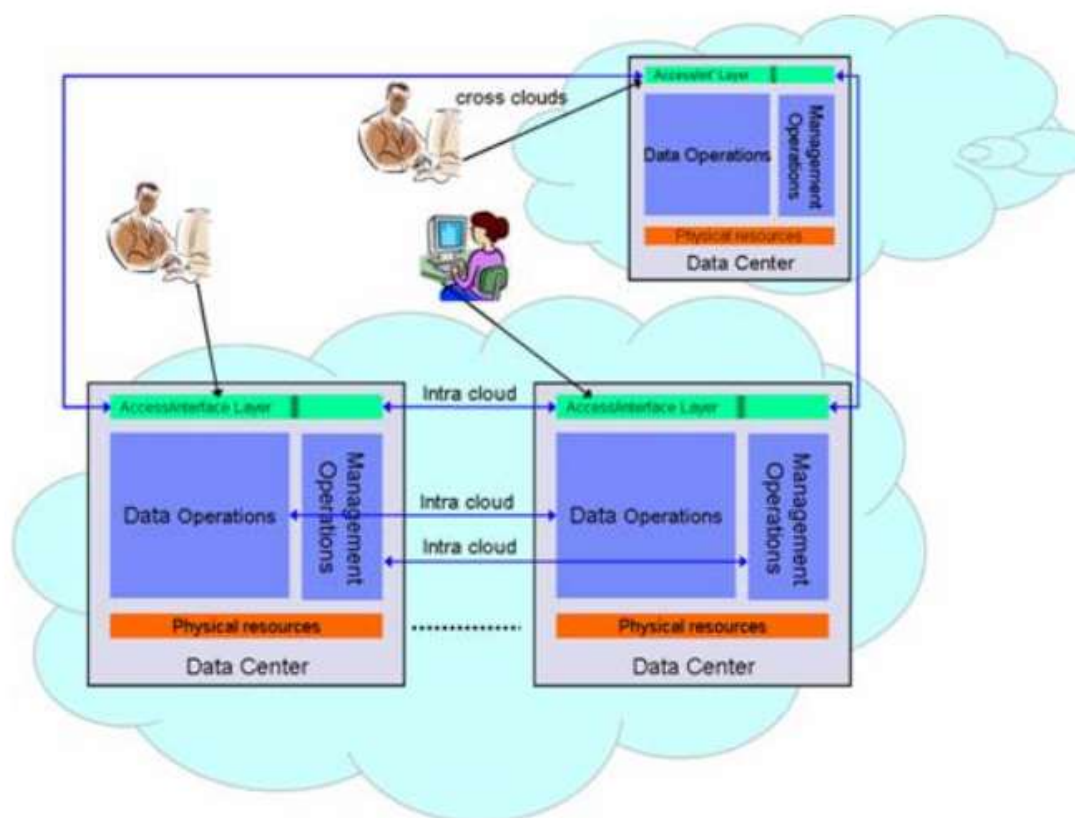
Και αυτό το έργο εξελίσσεται στα πλαίσια του 7th Framework Programme, από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η διάρκειά του είναι 3 έτη, αναμένεται να ολοκληρωθεί τον Σεπτέμβριο του 2013 και ο συνολικός του προϋπολογισμός είναι 15.709.000€. Στο πρόγραμμα αυτό συμμετέχουν τόσο εταιρείες όσο και ερευνητικά και εκπαιδευτικά ιδρύματα, μεταξύ αυτών και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Αναλυτικά οι συμμετέχοντες είναι:

- BM Haifa Research Lab (IL),
- SAP Research (DE),
- Telefónica Investigación y Desarrollo (ES),
- Siemens AG (DE),
- Engineering Ingegneria Informatica Spa (IT),
- Institute of Communication and Computer Systems - National Technical University of Athens (GR),
- Deutsche Welle (DE),
- RAI-Radiotelevisione Italiana Spa (IT),
- Umeå University (SE),
- SNIA Europe (UK),
- Telenor (NO),
- France Telecom (FR),
- Swedish Institute of Computer Science (SE),
- University of Messina (IT),
- iTricity B.V. (NL)

Στόχος αυτού του ερευνητικού έργου είναι η ανάπτυξη μίας ισχυρής υποδομής πληροφορικής και επικοινωνιών ώστε να είναι δυνατή η αξιόπιστη και αποτελεσματική πρόσβαση σε δεδομένα χρησιμοποιώντας μέσα πληροφορικής και επικοινωνιών. Η υποδομή αυτή θα υποστηρίζει την ανάπτυξη υπηρεσιών αποθήκευσης κατά τη ζήτηση (OnDemand) σε ξεχωριστά Domain με εγγυήσεις ποιότητας υπηρεσιών και ασφάλειας σε ανταγωνιστικές τιμές.

Το ερευνητικό έργο αυτό βασίζεται σε κάποιες καινοτομίες που προσπαθεί να υλοποιήσει ώστε να είναι εφικτό το τελικό αποτέλεσμα. Αυτές οι καινοτομίες έχουν να κάνουν με έναν νέο τρόπο αποθήκευσης δεδομένων ο οποίος θα συνδυάζει και αρχεία metadata για την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων και για δυνατότητες αποθήκευσης αρχείων βάση των περιεχομένων τους. Τέλος αυτό που προσπαθεί το έργο αυτό είναι να καταστεί δυνατή η φορητότητα των δεδομένων μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών και συσκευών συνδυάζοντας παράλληλα και τις βασικές αρχές του Cloud Computing.

Τα αποτελέσματα αυτού του ερευνητικού έργου θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, στον τομέα των Τηλεπικοινωνιών, στον τομέα της Υγείας και στις Επιχειρήσεις. Ακολουθεί η Εικόνα 29 όπου φαίνεται ένα διάγραμμα λειτουργίας του έργου. (40) (41) (42) (43) (44)



Εικόνα 29: Vision Cloud. Πηγή: <http://www.visioncloud.eu/>

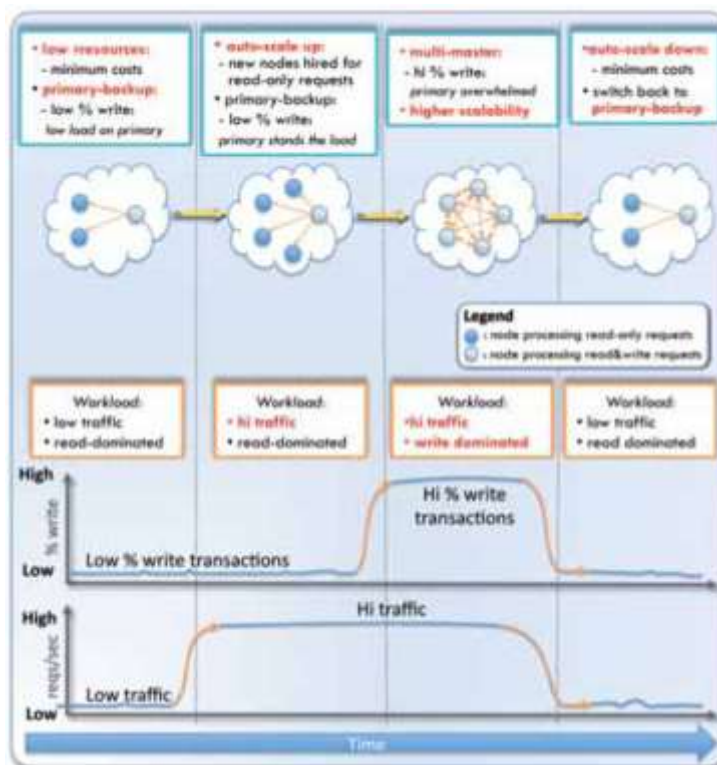
3.5. Cloud TM (Transactional Memory)

Τον Ιούνιο του 2010 ξεκίνησε το ερευνητικό πρόγραμμα Cloud TM με στόχο την δημιουργία ενός νέου είδους προγραμματισμού ώστε να διευκολυνθεί η ανάπτυξη και διαχείριση των εφαρμογών για το Cloud. Η έρευνα έχει ως πρώτο βήμα την ανάπτυξη ενός είδους μνήμης μεταξύ της φυσικής μνήμης και του προγράμματος ώστε οι προγραμματιστές να μην ασχολούνται με διευθυνσιοδότηση φυσικής μνήμης με τα όποια προβλήματα αυτό συνεπάγεται αλλά να επικεντρώνονται στο πρόγραμμα και έπειτα η ενδιάμεση αυτή μνήμη θα είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία με την φυσική. Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή φιλοδοξεί να μειώσει το λειτουργικό κόστος των εφαρμογών Cloud εκμεταλλευόμενη την αυτόνομη κατανομή πόρων επιτυγχάνοντας έτσι την μέγιστη αποδοτικότητα. (45)

Στην Εικόνα 30 βλέπουμε ένα παράδειγμα από το πώς συμπεριφέρεται η αυτόματη κατανομή πόρων του έργου Cloud TM. Αυτή η διαδικασία που ακολουθείτε μας επιτρέπει την βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων.

Το ερευνητικό έργο Cloud TM χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια του 7th Framework Programme με συνολικό προϋπολογισμό τα 2.500.000€. Η διάρκεια του έργου είναι μέχρι τον Μάιο του 2013 και οι συμμετέχοντες είναι:

- Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica C.I.N.I. (IT),
- Algorithmica (IT),
- Red Hat Limited (IE)



Εικόνα 30: Παράδειγμα αυτόματης κατανομής πόρων στο Cloud TM. Πηγή: <http://www.cloudtm.eu>

3.6. Cloud4SOA

Τον Σεπτέμβριο του 2010 ξεκίνησε το ερευνητικό έργο Cloud4SOA με στόχο την επίλυση των σημασιολογικών διαφορών προβλημάτων διαλειτουργικότητας μεταξύ των Cloud. Το ερευνητικό έργο αυτό αναπτύσσεται στα πλαίσια του 7th Framework Programme 4.130.000€ αλλά η συμμετοχή της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα είναι 2.730.000€ και η λήξη του θα είναι τον Αύγουστο του 2013. Συμμετέχοντες στο πρόγραμμα αυτό είναι:

- National University of Ireland Galway (IE)
- SingularLogic (GR)
- Centre for Research and Technology Hellas (GR)
- cloudControl (DE)
- Cyntelix (IE)
- Portugal Telecom Inovação (PT)
- Fraunhofer FIT (DE)
- RomTelecom (RO)
- Atos Origin (ES)

Η προσέγγιση για το ερευνητικό έργο αυτό θα γίνει σε τρία στάδια:

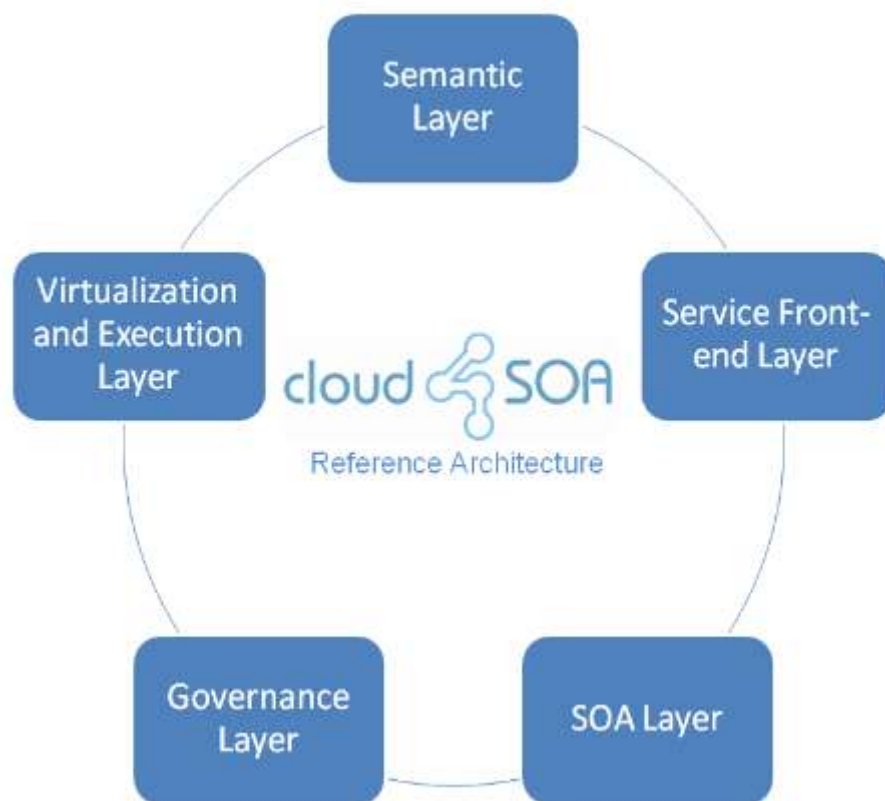
1. Αναγνώριση και ανάλυση όλων των σημασιολογικών προβλημάτων που εμφανίζονται κατά την διαλειτουργικότητα των διαφόρων Cloud τόσο σε επίπεδο IaaS όσο και στο PaaS με τον παράλληλο συνυπολογισμό των γνώσεων, των απαιτήσεων και της επικοινωνίας με τα ενδιαφερόμενα μέρη. Με τον τρόπο αυτό θα μπορέσει να δημιουργηθεί ένας σημασιολογικός οδηγός ώστε να καταστεί δυνατή η δημιουργία πλατφόρμας Cloud με επίκεντρο τον χρήστη.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

2. Ανάπτυξη μία πρότυπης Αρχιτεκτονικής με ονομασία Cloud4SOA Reference Architecture. Η αρχιτεκτονική αυτή εισάγει μία ανοιχτή και καθολική αρχιτεκτονική για ένα σημασιολογικά καθορισμένο Cloud με έμφαση στην τεχνολογία Service Oriented Architecture²⁵ και σχεδιασμό και έννοιες με επίκεντρο τον χρήστη.
3. Το τελευταίο στάδιο περιλαμβάνει την υλοποίηση της Cloud4SOA Reference Architecture και της δημιουργίας μίας πλατφόρμας βασισμένη σε αυτή. Στόχος είναι να αξιολογηθεί η χρηστικότητα, εφαρμοσιμότητα και υιοθέτηση αυτής της πλατφόρμας με διαφορετικές δοκιμές που θα πραγματοποιηθούν σε βιομηχανικό και επιχειρησιακό περιβάλλον.

Το όλο εγχείρημα επιχειρείται να έχει πρακτικό αντίκτυπο στα δεδομένα της αγοράς του Cloud και για τον λόγο αυτό σε συνεχή συνεργασία με τους παρόχους (είτε είναι IaaS είτε PaaS) θα επισημαίνουν τα ζητήματα που προκύπτουν όπως περιορισμοί, διαλειτουργικότητα, φορητότητα στην πλατφόρμα αυτή. (46) (47) (48)

Στην Εικόνα 31 μπορούμε να δούμε και σχηματικά την δομή της Cloud4SOA Reference Architecture.



Εικόνα 31: Παράδειγμα Αρχιτεκτονικής Cloud4SOA. Πηγή: <http://www.cloud4soa.eu>

²⁵ Είναι γνωστό και ως SOA. Πρόκειται για αρχιτεκτονική προγραμματισμού όπου ένα μεγάλο πρόγραμμα βασίζεται στη χρήση άλλων μικρότερων προγραμμάτων που ονομάζονται Services. Πρόκειται για μία αρχιτεκτονική της οποίας η έλευση συνοδεύτηκε από την πραγματική ευελιξία στην δημιουργία και χρήση προγραμμάτων.

3.7. Trustworthy Clouds (TClouds)

Πρόκειται για ένα ερευνητικό έργο συνολικού προϋπολογισμού 10.536.129€ με Ευρωπαϊκή χρηματοδότηση 7.500.000€ μέσα στο πλαίσιο του 7th Framework Programme. Συμμετέχουν:

- Technikon Forschungs- und Planungsgesellschaft (Coordinator, Austria)
- IBM Research GmbH (Technical Leader, Switzerland)
- Philips Electronics Nederland B.V. (Netherlands)
- SIRRIX Aktiengesellschaft (Germany)
- Fundacao da Faculdade de Ciencias da Universidade de Lisboa (Portugal)
- Unabhaengiges Landeszentrum fuer Datenschutz (Germany)
- The Chancellor, Masters and Scholars of the University of Oxford (United Kingdom)
- Politecnico di Torino (Italy)
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nuernberg (Germany)
- Fondazione Centro San Raffaele Del Monte Tabor (Italy)
- Electricidade de Portugal (Portugal)
- UNU MERIT (University of Maastricht) (Netherlands)
- EFACEC Engenharia SA (Portugal)
- Technische Universität Darmstadt (Germany)

Στόχος του ερευνητικού προγράμματος είναι η δημιουργία μίας πρωτότυπης υποδομής Cloud ώστε οι υπηρεσίες υπολογιστικής ισχύος και αποθηκευτικού χώρου να υλοποιούνται πετυχαίνοντας νέα επίπεδα ασφαλείας και εμπιστευτικότητας υπό το πρίσμα βέβαια των αρχών του Cloud Computing δηλαδή αυτές οι υπηρεσίες να είναι επεκτάσιμες, ελαστικές και οικονομικά συμφέρουσες. Αφού δημιουργηθεί αυτή η υποδομή θα τεθεί σε λειτουργία δοκιμαστικά σε ένα νοσοκομείο της Ιταλίας και στον τομέα παροχής ενέργειας της Πορτογαλίας. (49) (50) (51) (52)

Αναλυτικότερα, τα αντικείμενα που πραγματεύεται το ερευνητικό πρόγραμμα αυτό έχουν ως εξής:

- Εύρεση και μελέτη των πιθανών νομικών και επιχειρηματικών ευκαιριών και επιπλοκών που μπορούν να προκύψουν από μία ευρείας χρήσης αξιοποίηση υπηρεσιών Cloud. Αυτό θα βοηθήσει στην δημιουργία της υποδομής για ένα νέου τύπου Cloud του οποίου τα χαρακτηριστικά θα είναι η αυξημένη ασφάλεια, ιδιωτικότητα.
- Προσδιορισμός και δημιουργία πρωτοτύπου ασφάλειας των υποδομών του Cloud. Η ανάπτυξη αυτής της ενισχυμένης ασφάλειας θα πρέπει να μπορεί να γίνει πάνω από τα υπάρχοντα εμπορικά διαθέσιμα Cloud (κάτι σαν Cloud of Cloud) και να αξιολογηθεί σε σχέση με τα ισχύοντα δεδομένα ελαστικότητας, ασφάλειας και ιδιωτικότητας των υπαρχόντων Cloud.
- Αυτή η πλατφόρμα Tcloud θα πρέπει να είναι ανεκτικό και προσαρμοστικό σε ζητήματα ασφαλείας και προβληματικές συνθήκες λειτουργίας για ένα εύρος εφαρμογών.

Στη συνέχεια θα ακολουθήσει η πρακτική εφαρμογή της πλατφόρμας TCloud στην:

- Πορτογαλία: Η δοκιμή θα γίνει στις εταιρείες Energias de Portugal και EFACEC οι οποίες είναι και οι μεγαλύτερες εταιρείες παροχής ενέργειας της χώρας. Στόχος αυτής της

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

δοκιμής είναι η ενσωμάτωση των αυτών των ευαίσθητων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας σε υποδομές Cloud αυξάνοντας έτσι την ελαστικότητα και την ασφάλεια τόσο έναντι κακόβουλων επιθέσεων όσο και έναντι αστοχιών υλικού.

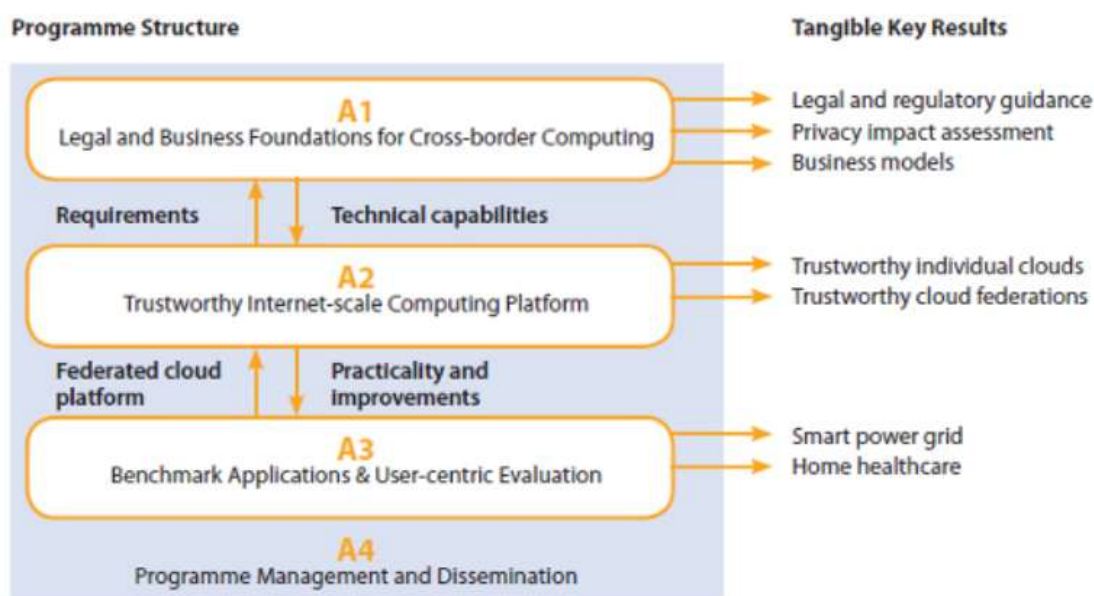
- Ιταλία: Η δοκιμή θα γίνει στο νοσοκομείο San Raffaele του Μιλάνο. Το σύστημα θα έχει σαν σκοπό να μπορεί να παρακολουθεί, να κάνει διαγνώσεις και να συμβουλεύει τους ασθενείς εκτός του νοσοκομείου. Σκοπός είναι να αποδείξει ότι η πλατφόρμα TCloud μπορεί να παρέχει αποδοτικές κατ'οίκον υπηρεσίες υγείας με μικρό κόστος και με αυξημένη ασφάλεια – ιδιωτικότητα.

Η ανάπτυξη αυτού του ερευνητικού έργου φαίνεται στην Εικόνα 33.

Η λογική λειτουργίας του TClouds περιγράφεται στην Εικόνα 32



Εικόνα 32: Λογική λειτουργίας TClouds. Πηγή: <http://www.tclouds-project.eu>



Εικόνα 33: Στάδια ανάπτυξης του ερευνητικού έργου TClouds. Πηγή: <http://www.tclouds-project.eu>

3.8. G-Cloud (Government Cloud)

Δεν πρόκειται για κάποιο συγκεκριμένο ερευνητικό πρόγραμμα αλλά για μία παγκόσμια τάση από τις κυβερνήσεις να ενσωματώσουν όλες τις παρεχόμενες υπηρεσίες τους σε υποδομές Cloud. Με τον τρόπο αυτό ευελπιστούν στην μείωση των υποδομών πληροφορικής που αυτή τη στιγμή τηρεί ανεξάρτητα ο κάθε κρατικός οργανισμός, στην βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών και στη μείωση των εξόδων διαχείρισης υποδομών πληροφορικής. Ένα άλλο πλεονέκτημα που θέλουν οι κυβερνήσεις να εκμεταλλευτούν με την χρήση του G-Cloud είναι η αύξηση της χρήσης Internet στα Smartphones. Με τον συνδυασμό των 2 χαρακτηριστικών (mobile internet + G-Cloud) μπορούν να προσφερθούν εξατομικευμένες υπηρεσίες υψηλού επιπέδου από το κράτος προς τον πολίτη. (53) (54) (55) (56)

Μέσα στο πλαίσιο ενός Cloud για κυβερνητικές υπηρεσίες μπορούν να αναπτυχθούν και να διαλειτουργήσουν με λιγότερα έξοδα και πιο εύκολα υπηρεσίες e-Government όπως:

- **e-Procurement:** Αυτόματες διαδικασίες αγορών και προμηθειών για κρατικούς οργανισμούς. Προσπάθειες για υλοποίηση τέτοιου συστήματος γίνονται και στην Ελλάδα. Μίας μικρότερης κλίμακας αντίστοιχο σύστημα είναι το σύστημα «Εύδοξος» που αφορά την προμήθεια επιστημονικών συγγραμμάτων για τους φοιτητές και έχει υλοποιηθεί σε υποδομές του ΕΔΕΤ.
- **HRMS:** Εφαρμογή διαχείρισης προσωπικού που θα δίνει την δυνατότητα κεντρικού ελέγχου των πληρωμών και των παροχών προς τους δημόσιους υπαλλήλους, θα έχει την δυνατότητα να δημιουργεί και να υλοποιεί προγράμματα εκπαίδευσης του προσωπικού ή ακόμα και να παρακολουθεί και την αποδοτικότητά τους.
- **e-Police:** Εφαρμογή που θα επιτρέπει την χρήση των βάσεων δεδομένων της αστυνομίας υπό όρους και από άλλους δημόσιους οργανισμούς για την αύξηση του επιπέδου ασφαλείας και διευκόλυνση των πολιτών. Για τα τμήματα εντός της αστυνομίας, έχει γίνει στην Ελλάδα η υλοποίηση του Police OnLine. Η υλοποίηση έχει γίνει σε ανεξάρτητο Υπολογιστικό κέντρο του Υπουργείου με αυτόνομη υποδομή.
- **e-Court:** Εφαρμογή σχετικά με τη λειτουργία των δικαστηρίων με προγραμματισμό εκδίκασης υποθέσεων, ανάρτηση και ανταλλαγή σημαντικών πληροφοριών, ακόμα και υποδομές τηλε-συνδιάσκεψης ώστε να είναι δυνατή η ασφαλής εκδίκαση με την παρουσία κάποιου μέλους εξ' αποστάσεως.
- **e-Taxation:** Η λειτουργία της εφορίας εξ' ολοκλήρου ηλεκτρονικά ώστε να μην είναι απαραίτητη η παρουσία του πολίτη ή των επιχειρήσεων στα γραφεία της εφορίας. Στην Ελλάδα έχει ήδη ξεκινήσει τέτοια υλοποίηση μέσω του taxisnet. Η υλοποίηση έχει γίνει σε ανεξάρτητο Υπολογιστικό κέντρο του Υπουργείου με αυτόνομη υποδομή.
- **Land Records:** Εφαρμογή όπου θα είναι καταχωρημένες όλες οι σχετικές πληροφορίες με κτήρια και οικόπεδα σε συνδυασμό με λεπτομερείς χάρτες. Στην Ελλάδα αυτό έχει υλοποιηθεί από το Κτηματολόγιο Α.Ε. Η υλοποίηση έχει γίνει σε ανεξάρτητο Υπολογιστικό κέντρο του Κτηματολογίου με αυτόνομη υποδομή και πρόσβαση στο σύστημα αυτό έχουν όχι όλοι οι πολίτες, αλλά μόνο όσοι έχουν τη σχετική άδεια.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Αρκετές χώρες ανά τον κόσμο έχουν προχωρήσει σε υλοποιήσεις μορφών G-Cloud που εκκίνονται από την ανάθεση μίας υπηρεσίας σε υποδομές cloud μέχρι και ολικό μετασχηματισμό των προσφερόμενων υπηρεσιών για να προσφέρονται μέσω Cloud.

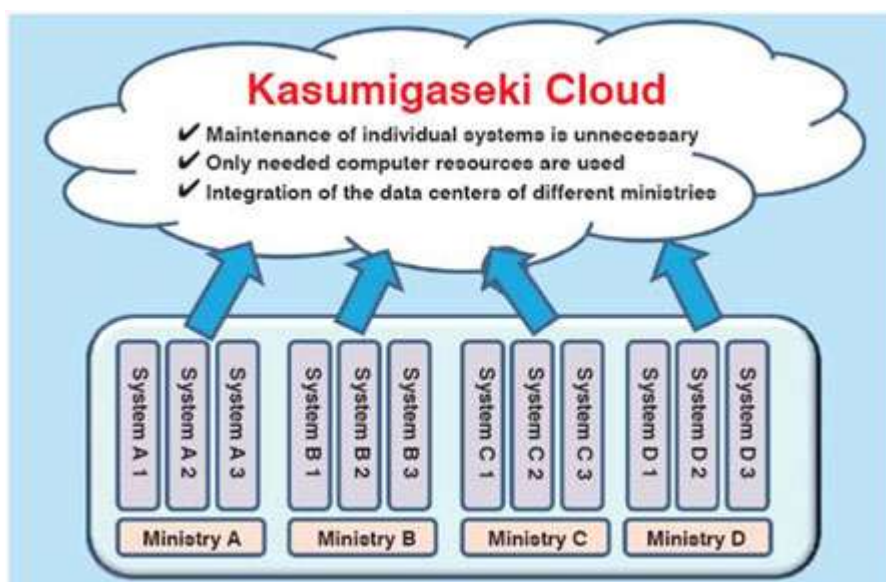
3.8.1. Ιαπωνία

Η σημαντικότερη υλοποίηση αυτή τη στιγμή γίνεται από την Ιαπωνία όπου έχει ανατεθεί στο Υπουργείο εσωτερικών υποθέσεων και επικοινωνιών η δημιουργία ενός μεγάλου κρατικού Cloud ώστε να ενσωματωθούν όλες οι παρεχόμενες υπηρεσίες. Το έργο αυτό έχει ξεκινήσει από το 2009 και αναμένεται να ολοκληρωθεί μέχρι το 2015 και έχει την ονομασία Kasumigaseki Cloud.

Μέσα στο πλαίσιο της ανάπτυξης του Cloud εντάσσεται και η δημιουργία ενός «Εθνικού Ψηφιακού Αρχείου» που στόχος του θα είναι η ψηφιοποίηση των δημοσίων εγγράφων και άλλων πληροφοριών που είναι απαραίτητες στους πολίτες σε μορφή προτυποποιημένη και με τη χρήση σχετικών μεταδεδομένων.

Η κίνηση αυτή του Ιαπωνικού υπουργείου για τη δημιουργία του Cloud δεν είναι μεμονωμένη, αλλά εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο ενεργειών και αλλαγών για την τόνωση της αγοράς πληροφορικής και επικοινωνιών της χώρας. Μαζί με τις υπόλοιπες ενέργειες φιλοδοξούν να δημιουργήσουν νέες προοπτικές στην αγορά, να αυξηθεί η έρευνα και ανάπτυξη προϊόντων και υπηρεσιών. (57)

Τέλος, η Ιαπωνική κυβέρνηση επενδύει αρκετά και στην πράσινη ενέργεια για την μείωση του κόστους των κέντρων δεδομένων και μέσα στα μελλοντικά της σχέδια είναι η δημιουργία μεγάλων κέντρων δεδομένων σε κρύες περιοχές, πιθανόν και υπογείως για καλύτερες θερμοκρασίες, η χρήση ηλιακής και αιολικής ενέργειας για την τροφοδότηση των κέντρων δεδομένων και η χρήση οπτικών ινών στα δίκτυά της για την αύξηση των επιδόσεων και τη μείωση του κόστους και της ενέργειας που απαιτούνται από τα συμβατικά δίκτυα (57) (53).



Εικόνα 34: Kasumigaseki Cloud. Πηγή: <http://www.greentelecomlive.com>

3.8.2. Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

Από το 2009 ξεκίνησαν οι διαδικασίες ενσωμάτωσης υπηρεσιών δημόσιας διοίκησης με υπηρεσίες Cloud Computing. Μέχρι το 2010 περίπου οι μισές κρατικές υπηρεσίες χρησιμοποιούσαν έστω και κάποιες υπηρεσίες Cloud. Υπολογίζεται ότι μέχρι το 2014 η χρηματοδότηση προγραμμάτων Cloud Computing από τη γενική διαχείριση του κράτους θα φτάσει το ένα δισεκατομμύριο δολάρια.

Στο πλαίσιο της προσπάθειας εκσυγχρονισμού των υπηρεσιών πληροφορικής, αποφασίστηκε η δημιουργία μιας ιστοσελίδας όπου είναι συγκεντρωμένες και κατηγοριοποιημένες όλες οι υπηρεσίες Cloud Computing που προσφέρονται. Η ιστοσελίδα αυτή λέγεται apps.gov.

Τα οικονομικά οφέλη από την μεταπήδηση σε Cloud Computing έχουν εκτιμηθεί ως εξής:

- 1,7 εκατομμύρια δολάρια για την γενική διαχείριση του κράτους
- 15 εκατομμύρια δολάρια για την DISA (Defense Information System Agency)
- Μείωση εξόδων για email υπηρεσίες κατά 48% για την πόλη της Washington
- Μείωση εξόδων για email υπηρεσίες κατά 23.6% για την πόλη του Los Angeles

3.8.3. Ηνωμένο Βασίλειο

Στο Ηνωμένο Βασίλειο υλοποιείται ένα μεγάλο πρόγραμμα για την ψηφιοποίηση υπηρεσιών και διαδικασιών. Μέρος αυτού του προγράμματος είναι και το G-Cloud το οποίο και φιλοδοξεί να προσφέρει όλες τις απαραίτητες υπηρεσίες ηλεκτρονικά τόσο για υπολογιστές όσο και για κινητά τηλέφωνα. Η υλοποίηση που έχει επιλέξει το Ηνωμένο Βασίλειο είναι το Hybrid Cloud μέσω ενός μεγάλου κρατικού Private Cloud σε συνδυασμό με έμπιστες οντότητες που δραστηριοποιούνται στο Public Cloud.

Τα οικονομικά οφέλη από την μεταπήδηση σε Cloud Computing έχουν εκτιμηθεί ως εξής:

- Εξοικονόμηση 300 εκατομμυρίων λιρών τον χρόνο από την ενσωμάτωση των κέντρων δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην δημόσια διοίκηση.
- Εξοικονόμηση 500 εκατομμυρίων λιρών τον χρόνο από την χρήση ολοκληρωμένων μεθόδων για τις κρατικές προμήθειες τόσο υπηρεσιών όσο και αγαθών μέσα από το Application Store for Government (ASG).

3.8.4. Νότια Κορέα

Στη Νότια Κορέα μέχρι τώρα δεν είχαν γίνει κάποιες κινήσεις ή υλοποιήσεις σε Cloud Computing αλλά τον Ιούνιο ανακοινώθηκε η διάθεση 500 εκατομμυρίων δολαρίων για την ανάπτυξη υποδομών Cloud Computing. Επιπλέον, θα διατεθούν επιπλέον 230,7 εκατομμύρια δολάρια για την ανάπτυξη της δυνατότητας σύνδεσης των υπηρεσιών Mobile Computing με αυτές από Cloud Computing.

Επιπλέον, η Νότια Κορέα έχει ως στόχο μέχρι το 2014 να χρησιμοποιεί τουλάχιστον το 10% από τις προσφερόμενες υπηρεσίες Cloud Computing και να μειώσει τα συνολικά έξοδα

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

διαχείρισης και λειτουργίας των κέντρων δεδομένων. Ήδη έχει ανακοινώσει την πρόθεση για την μετακίνηση τουλάχιστον 17 κρίσιμων υπηρεσιών σε περιβάλλον Cloud Computing.

3.8.5. Αυστραλία

Η Αυστραλία δεν έχει ακόμα ολοκληρωμένο πρόγραμμα δράσης για Cloud Computing αλλά έχει εξελιγμένες ηλεκτρονικές υπηρεσίες.

Η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία έχει ανακοινώσει ένα πρόγραμμα δημιουργίας Private Cloud Computing ώστε να μπορέσει να υποστηρίξει την ηλεκτρονική απογραφή του 2016. Μία τάση της μείωσης του κόστους είναι ότι με το Private Cloud από εκεί που προσωπικά 30 ανθρώπων διαχειρίζονταν 300 φυσικούς Server τώρα θα χρησιμοποιεί 7 ανθρώπους για να διαχειρίζονται 70 φυσικούς server οι οποίοι όμως φιλοξενούν συνολικά 1500 εικονικούς.

3.8.6. Ελλάδα

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές έρευνες και υλοποιήσεις ψηφιακών υπηρεσιών είτε για τους πολίτες (taxisnet) είτε για τις δημόσιες υπηρεσίες (police online).

Σχετικά με το Cloud Computing έχουν γίνει έρευνες από το Εθνικό Κέντρο Δικτύου και Έρευνας και ως αποτέλεσμα είχε και την υλοποίηση του προγράμματος «Εύδοξος» σε περιβάλλον Cloud Computing.

Στην Ελλάδα έχει ξεκινήσει ένα πρόγραμμα υλοποίησης G-Cloud υποδομών με συνολικό προϋπολογισμό 25 εκατομμυρίων ευρώ.

4. Case Studies

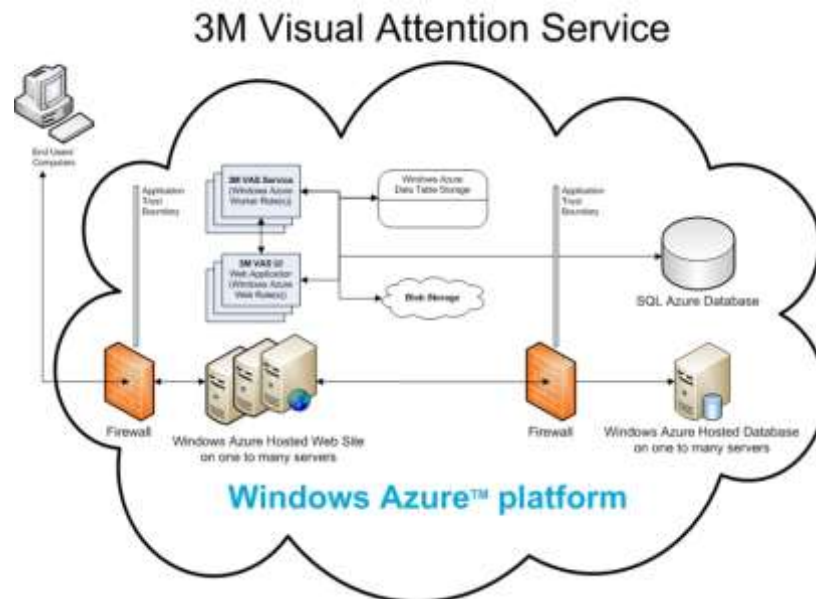
Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν κάποια παραδείγματα χρήσης υπηρεσιών Cloud από επιχειρήσεις ή και οργανισμούς. Για τα παραδείγματα θα χρησιμοποιηθούν κάποιοι από τους πελάτες των εταιρειών IBM, GoGrid, Rackspace και Microsoft Azure.

4.1. Εταιρεία 3M

Η εταιρεία 3M είχε αναπτύξει ένα λογισμικό που βασίζεται σε προγνωστικούς αλγόριθμους ώστε εισάγοντας κάποια εικόνα να προβλέπει ποια είναι τα χαρακτηριστικά τα οποία και θα τραβούσαν την προσοχή των ανθρώπων. Στην αρχή το πρόγραμμα αυτό το έτρεχαν από τους server της εταιρείας για ενδοεταιρικούς σκοπούς. Στη συνέχεια αποφάσισαν να δώσουν την δυνατότητα χρήσης του προγράμματος αυτού και στους πελάτες τους.

Το πρόβλημα εδώ προέκυψε καθώς η εφαρμογή θα έπρεπε να δίνει άμεσα τα αποτελέσματα στους χρήστες και ταυτόχρονα να μπορεί να εξυπηρετεί ένα σεβαστό αριθμό χρηστών χωρίς όμως να αναγκαστεί η εταιρεία να επωμιστεί το κόστος δημιουργίας υπολογιστικών κέντρων ανά τον κόσμο.

Η λύση που αναπτύχθηκε ήρθε σε συνδυασμό με το Windows Azure φαίνεται στην Εικόνα 35. Με την υλοποίηση σε περιβάλλον Cloud, κατάφεραν να περιορίσουν το κόστος, καθώς δε χρειάστηκε να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν υπολογιστικά κέντρα ανά τον κόσμο, αλλά πλήρωναν για τις υπηρεσίες που χρησιμοποιούσαν όσο τις χρησιμοποιήσουν.



Εικόνα 35: Windows Azure & 3M

4.2. Vernon Hills Police Department

Στο αστυνομικό αυτό τμήμα των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, στην προσπάθειά τους να περιορίσουν την γραφειοκρατία αποφάσισαν να εισάγουν κάμερες στα περιπολικά οι οποίες είχαν την δυνατότητα να καταγράφουν τα συμβάντα και σε πραγματικό χρόνο να ενημερώνεται ο server με τις νέες καταγραφές.

Το πρόβλημα που προέκυψε από αυτή την απαίτηση ήταν ο όγκος των οπτικοακουστικών αρχείων που επρόκειτο να αποθηκευτούν, καθώς και η διαχείρισή τους.

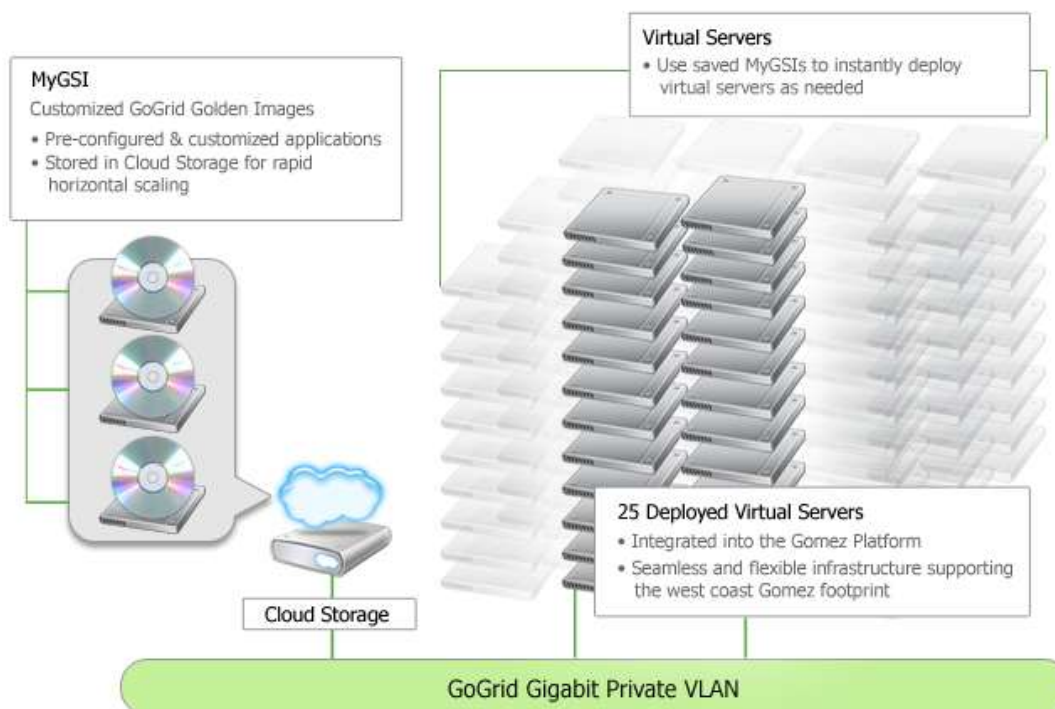
Η λύση προήλθε από τη Microsoft με το Windows Azure. Πλέον όλα τα βίντεο αποθηκεύονται στο Cloud κι έτσι το αστυνομικό τμήμα της περιοχής εξοικονόμησε χρήματα ενώ παράλληλα καινοτομούσε στον τομέα οργάνωσης και μετάδοσης οπτικοακουστικών δεδομένων.

4.3. Gomez

Η εταιρεία αυτή εξειδικεύεται στη βελτίωση διαθεσιμότητας και επιδόσεων εφαρμογών για το διαδίκτυο και για τις φορητές συσκευές.

Το πρόβλημα προέκυψε όταν η εταιρεία έψαχνε να βρει λύση για να είναι δυνατόν οι πελάτες της να πραγματοποιούν ταυτόχρονα δοκιμές υψηλών απαιτήσεων στις εφαρμογές τους.

Η λύση προήλθε από την εταιρεία GoGrid. Οι δύο αυτές εταιρείες δημιούργησαν ένα λογισμικό που επέτρεπε στους πελάτες της Gomez να προγραμματίζουν πότε μπορούν να φορτώνουν και να δοκιμάζουν τις εφαρμογές τους. Η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση αυτή φαίνεται στην Εικόνα 36. Διακρίνεται η σταθερή υποδομή που χρησιμοποιούνταν από την εταιρεία Gomez και η υποδομή Cloud που θα χρησιμοποιηθεί όταν η ζήτηση αυξηθεί και απαιτηθούν επιπλέον πόροι.



Εικόνα 36: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία Gomez. Πηγή: <http://www.gogrid.com>

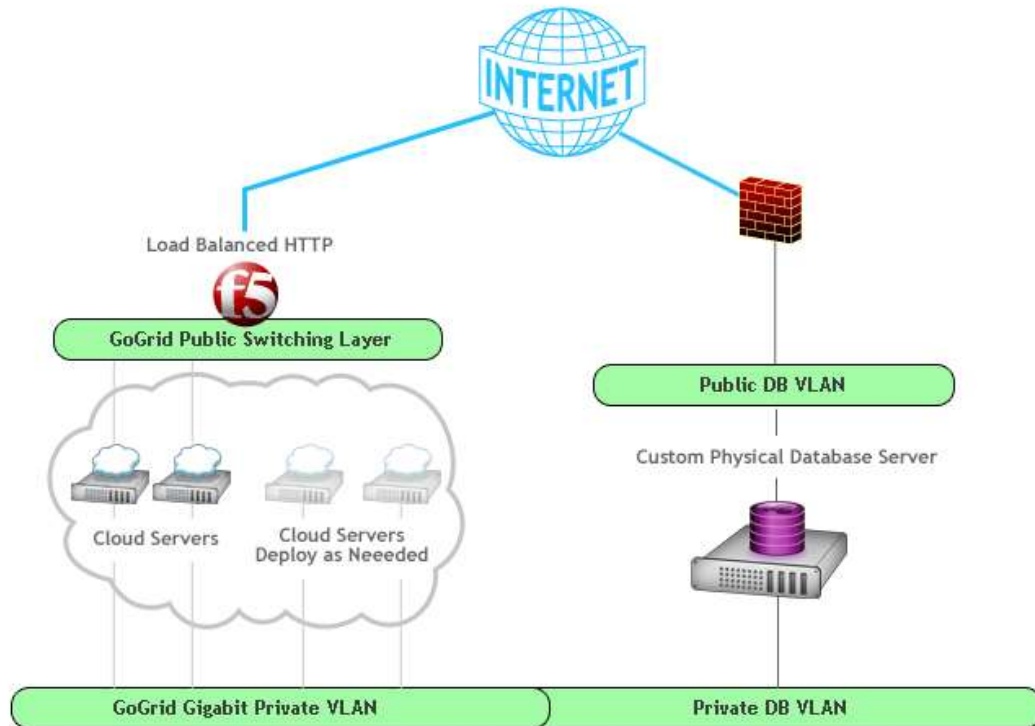
4.4. OnCampus

Η εταιρεία OnCampus είναι μία διαφημιστική εταιρεία που δουλεύει κυρίως με το τμήμα της αγοράς που ασχολείται με φοιτητές.

Το πρόβλημα προέκυψε όταν άρχισε να αυξάνεται η πελατειακή τους βάση και χρειάζονταν επιπλέον υποδομές για να μπορέσει να ανταπεξέλθει η εταιρεία στην αυξανόμενη ζήτηση. Η λύση που ήθελαν έπρεπε να μπορεί να συνεργάζεται με το υπάρχον πρόγραμμα SaaS που χρησιμοποιούσαν και ήθελαν να έχει μικρό αντίκτυπο στο κομμάτι IT της εταιρείας και να μη χρειαστεί να απασχολήσουν εξειδικευμένο προσωπικό.

Η λύση ήρθε από την εταιρεία GoGrid η οποία σε συνδιασμό με την OnCampus δημιούργησε ένα υβριδικό Cloud εκμεταλλεύομενη τις υπάρχουσες υποδομές της εταιρείας. Η διαγραμματική απεικόνιση της λύσης φαίνεται στην Εικόνα 37.

Οι λύσεις αυτές είχαν σαν αντίκτυπο να μεγαλώσει η διαδικτυακή παρουσία της εταιρείας OnCampus χωρίς να αποσπαστεί με τεχνικά ζητήματα από τον στόχο της, την αγορά.



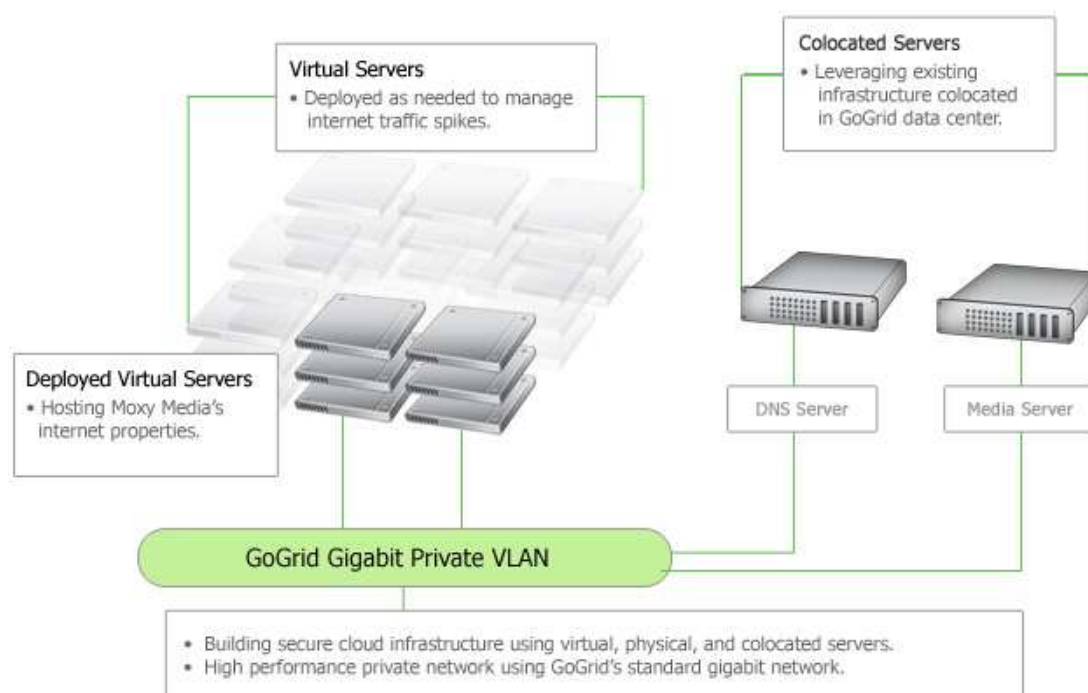
Εικόνα 37: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία OnCampus. Πηγή: <http://www.gogrid.com>

4.5. Moxy Media

Πρόκειται μία εταιρεία από τον χώρο των Media με ιστοσελίδα που καλύπτει πολλές θεματικές ενότητες.

Το πρόβλημα ήταν ότι η μέση μηνιαία κίνηση που είχε στο διαδίκτυο ήταν 15 εκατομμύρια και δεν μπορούσαν οι υποδομές της να ανταπεξέλθουν σε μεταβολές της ζήτησης.

Η λύση ήρθε από την GoGrid που δημιούργησε ένα υβριδικό δίκτυο για την αξιοποίηση και του υπάρχοντος εξοπλισμού της εταιρείας. Έτσι στην Εικόνα 38 βλέπουμε την τελική διάταξη των συστημάτων.



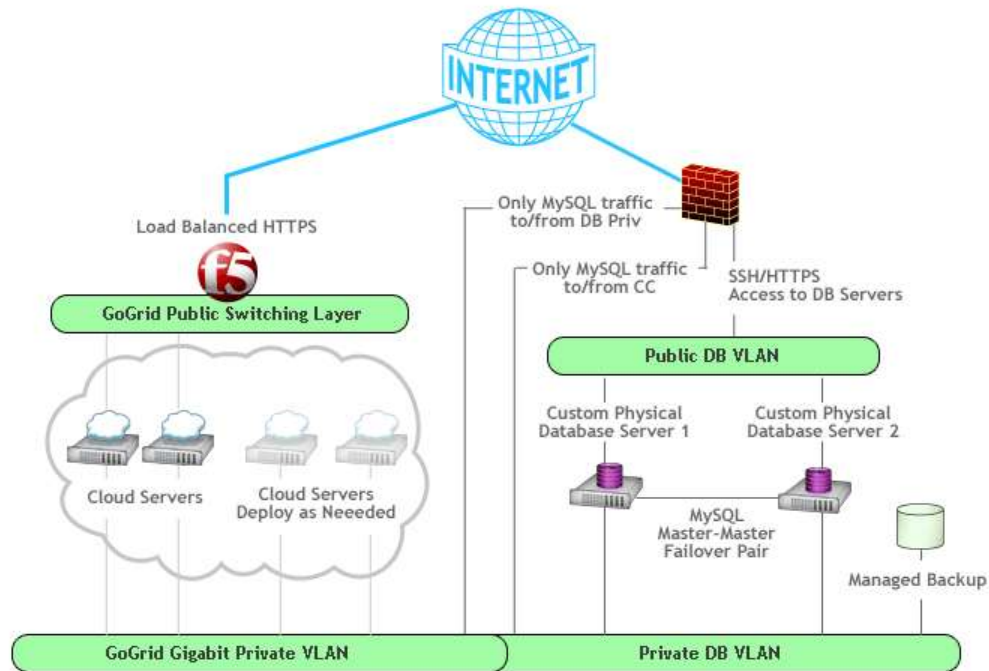
Εικόνα 38: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία Moxy Media. Πηγή: <http://www.gogrid.com>

4.6. InterSect

Η εταιρεία αυτή ανήκει στον χώρο της ψηφιακής διαφήμισης και η επιτυχία της βασίζεται στην γρήγορη και εγγυημένη εξυπηρέτηση των πελατών της.

Η εταιρεία αυτή χρειαζόταν κάποια λύση ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί στις όποιες απαιτήσεις δικτυακής κίνησης. Επιπλέον οι απαιτήσεις της εταιρείας ήταν να μπορεί να διατηρεί σε δύο replicated server την βάση δεδομένων της, έναν επιπλέον server για τις δουλειές των πελατών της.

Η λύση ήρθε από την εταιρεία GoGrid με την δημιουργία ενός υβριδικού δικτύου Cloud με επιπλέον διαδικασία Backup για ασφάλεια και μηχανήμα firewall για τον έλεγχο των ασφαλών συνδέσεων μεταξύ των εικονικών και φυσικών μηχανημάτων. Η λύση που δόθηκε φαίνεται στην Εικόνα 39.



Εικόνα 39: Η λύση της GoGrid για την εταιρεία InterSect. Πηγή: <http://www.gogrid.com>

Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίστηκε η ευελιξία της επιχείρησης να μπορεί να ανταπεξέλθει σε αυξημένες απαιτήσεις πόρων αλλά και με τη χρήση φυσικών server έχει επιπλέον ασφάλεια.

4.7. Kantana Animation Studios

Η εταιρεία αυτή επεξεργάζεται εικόνες και γραφικά και δημιουργεί κινούμενα σχέδια.

Το πρόβλημα που αντιμετώπισε η εταιρεία ήταν ότι για την αποθήκευση και την επεξεργασία όλων των γραφικών καταναλώνονταν σημαντικοί πόροι αποθηκευτικού χώρου που δε μπορούσε να τους διαθέσει.

Η λύση ήρθε σε συνεργασία με την εταιρεία IBM χρησιμοποιώντας της υπηρεσίες αποθήκευσης που προσφέρει.

Το αποτέλεσμα ήταν να αυξηθεί η παραγωγικότητα των εργαζομένων καθώς όλοι είχαν πρόσβαση σε έναν αποθηκευτικό χώρο. Από την άλλη, μειώθηκαν και τα διαχειριστικά και λειτουργικά έξοδα της εταιρείας καθώς πλέον πληρώνουν για όσο αποθηκευτικό χώρο χρησιμοποιούν για όσο τον χρησιμοποιούν.

4.8. Tweet Photo

Η εταιρεία αποτελεί έναν φορέα διαμοιρασμού φωτογραφιών σε πραγματικό χρόνο μεταξύ υπολογιστή, φορητών συσκευών και κοινωνικών δικτύων.

Το πρόβλημα προήλθε από την απόφαση να επεκτείνουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες με νέες επιλογές οι οποίες κατανάλωναν επιπλέον πόρους.

Η λύση ήρθε από την εταιρεία RackSpace η οποία και χρησιμοποίησε τις υποδομές Cloud Computing και κατέστησε δυνατή την ανταλλαγή μέχρι και 500.000 φωτογραφιών ανά ημέρα.

5. Συμπεράσματα

Στην μελέτη αυτή σχετικά με την τεχνολογία Cloud Computing διακρίνεται ότι το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι χρήστες κατά καιρούς, της μη διαθεσιμότητας πόρων τείνει να λυθεί καθώς πλέον έχουμε συστήματα με μεγάλη χωρητικότητα που αποδίδουν όσους πόρους είναι απαραίτητοι για το χρονικό διάστημα που είναι αυτοί απαραίτητοι. Με τον τρόπο αυτό, η τεχνολογία Cloud Computing πρόκειται να αλλάξει τον τρόπο θεώρησης της πληροφορικής και του προγραμματισμού. Η χαρακτηριστική ερώτηση που τίθεται όταν γίνεται αναφορά στην τεχνολογία Cloud Computing είναι: «Τι είναι προτιμότερο, η υλοποίηση του έργου σε 100 ώρες με τη χρήση ενός server ή η υλοποίησή του σε μία ώρα με χρήση 100 server;».

Η τεχνολογία αυτή αν και μετράει κάποια χρόνια ύπαρξης, παραμένει καινούρια και αυτός είναι ο λόγος που υπάρχουν πολλά ερευνητικά προγράμματα που αφορούν την ασφάλεια των δεδομένων. Ειδικότερες μελέτες γίνονται για την διαλειτουργικότητα μεταξύ των μορφών Cloud ώστε να είναι δυνατή η πλήρη «ελαστικότητα» της τεχνολογίας αυτής και οι χρήστες να μην «εγκλωβίζονται» σε έναν πάροχο. Κάποιες εταιρείες όπως η Microsoft με το προϊόν Windows Azure έχει κάνει σημαντικά βήματα στον τομέα αυτό υποστηρίζοντας ανοιχτά πρωτοκόλλα που επιτρέπουν την ανταλλαγή προτυποποιημένων πληροφοριών. Όταν όλοι οι πάροχοι καταλήξουν σε μία τελική μορφή διαλειτουργικότητας, τότε θα έχουμε μία νέα οντότητα πλήρως ελαστική όπου οι χρήστες θα μπορούν να μετακινούν εφαρμογές και server όποτε θέλουν από τον ένα πάροχο στον άλλο ή από τη μία γεωγραφική περιοχή στην άλλη.

Η τεχνολογία αυτή μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα αλλά δεν αποτελεί πανάκεια για όλα τα προβλήματα των επιχειρήσεων. Προτού μία επιχείρηση προχωρήσει σε λύσεις τύπου Cloud Computing θα πρέπει να εξετάσει μία μεγάλη σειρά από παραμέτρους για να καταλήξει ότι όντως η λύση αυτή την συμφέρει, θα λύσει προβλήματα και θα τη βοηθήσει να αναπτυχθεί. Κάποιες από τις παραμέτρους που πρέπει να προσέξει η εταιρεία είναι:

- Ποιες οι πραγματικές ανάγκες της επιχείρησης
- Ποιες από αυτές τις δυνατότητες καλύπτονται από την τεχνολογία Cloud Computing
- Ποιοι πάροχοι προσφέρουν τις ζητούμενες υπηρεσίες
- Πόσο αξιόπιστοι είναι αυτοί οι πάροχοι (διάρκεια της εταιρείας, δέσμευση στους στόχους, οικονομική κατάσταση, έκθεση τύπου SAS 70)
- Τι προβλέπουν τα Συμφωνητικά Παροχής Υπηρεσιών (SLA's) των παρόχων
- Τι νομικό καθεστώς θα ισχύει για τα δεδομένα που θα φυλάσσονται στον πάροχο
- Τι πιστοποιήσεις ασφαλείας έχει (όπως για παράδειγμα ISO27001)
- Κατά πόσο είναι εύκολη η μετάβαση από αυτό τον πάροχο σε κάποιον άλλο και με τι κόστος
- Τι επιπλέον υπηρεσίες προσφέρει

Ως εκ τούτου, όταν γίνεται αναφορά σε λύσεις Cloud Computing όπως Email Hosting, File Hosting, Communications hosting, κοκ δεν μπορούμε να γίνει η σύγκρισή τους μέσα από κάποιο πίνακα. Η κάθε λύση προκύπτει έπειτα από ενδελεχή ανάλυση των απαιτήσεων και της διάθεσης του πελάτη να ρισκοκινδυνέψει.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

Τα παραδείγματα υποθέσεων όπου υιοθετήθηκαν υπηρεσίες Cloud έχουν δείξει ότι μία επιτυχημένη μετάβαση σε αυτές τις υπηρεσίες μπορεί να αποδειχθεί κερδοφόρα τόσο για την επιχείρηση/ οργανισμό όσο και για τους τελικούς χρήστες τους.

Στο μέλλον, και με την ολοκλήρωση των μεγάλων ερευνητικών προγραμμάτων, αναμένεται να υπάρχει μία ομοιομορφία ως προς τις παρεχόμενες υπηρεσίες από τις εταιρείες, όποτε και θα είναι εφικτή μία διευρυμένη σύγκρισή τους.

Ο τομέας ο οποίος αναμένεται να επωφεληθεί σημαντικά από τις εφαρμογές της τεχνολογίας Cloud Computing είναι ο τομέας της παροχής δημόσιων υπηρεσιών. Στον τομέα αυτό, η κίνηση είναι απρόβλεπτη, οι διακυμάνσεις ζήτησης μεγάλες, οι συνολικά απαιτούμενοι υπολογιστικοί πόροι αυξημένοι και διεθνώς γίνεται μία μεγάλη προσπάθεια μείωσης των δαπανών του. Με την τεχνολογία αυτή θα έχει την δυνατότητα να αξιοποιεί στο μέγιστο τους διαθέσιμους πόρους κατανέμοντάς τους όπως αυτό είναι απαιτούμενο (από ερευνητικά προγράμματα μέχρι αυξημένη κίνηση σε εφαρμογές του δημοσίου).

Στην Ελλάδα στον τομέα των υπηρεσιών e-Government έχουν γίνει βήματα και υπάρχει και μελέτη για τις υπηρεσίες Cloud. Το επόμενο βήμα είναι να αναπτυχθεί ένα ελληνικό G-Cloud με την βοήθεια των κρατικών φορέων ώστε να υπάρξει πλήρης αξιοποίηση των ωφελειών της τεχνολογίας αυτής και με τη συνολική τεχνογνωσία να αποφευχθούν κρίσιμα λάθη.

Οι φορείς που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην δημιουργία του G-Cloud και να ενοποιήσουν τα πληροφοριακά τους συστήματα είναι (58):

- Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων
- Γενική Γραμματεία Έρευνας Τεχνολογίας
- Γενική Γραμματεία Κοινωνικής Ασφάλισης
- Ειδ. Γραμματεία Διοικητικής Μεταρρύθμισης
- Ειδική Γραμματεία Ψηφιακού Σχεδιασμού
- Κοινωνία της Πληροφορίας ΑΕ
- Ανώτατο Συμβούλιο Επιλογής Προσωπικού
- Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση Κοινωνικής Ασφάλισης ΑΕ
- Κτηματολόγιο ΑΕ
- ΜΟΔ ΑΕ
- Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας ΑΕ

Με τα νέα αυτά δεδομένα, ανοίγονται νέοι ορίζοντες ανάπτυξης και έρευνας τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Με το δεδομένο ότι η τεχνολογία αυτή είναι νεοεμφανιζόμενη, οι έρευνες που έπονται αυτών που επιλύουν τα τωρινά ζητήματα, θα είναι επικεντρωμένες στην υλοποίηση αρχιτεκτονικών, αλγορίθμων και προγραμμάτων για την βέλτιστη αξιοποίηση αυτής της νέας τεχνολογίας σε όλους τους τομείς της ζωής του ανθρώπου και των επιχειρήσεων.

Η ανάπτυξη του Cloud Computing, επιτρέπει και την ανάπτυξη υπηρεσιών που θα είναι προσβάσιμες σε ευρεία κλίμακα από φορητές συσκευές όπως PDA, κινητά τηλέφωνα ή και tablet pc. Με τον τρόπο αυτό, το “Internet of Things” γίνεται ακόμα πιο προσιτό καθώς δεν είναι απαραίτητη πλέον η ύπαρξη ισχυρών επεξεργαστών ή πολλής μνήμης για την εκτέλεση εφαρμογών.

Βιβλιογραφία

1. **Subramanian, Krishnan** . CloudDave.com. *Gartner Says Cloud Computing Is The Top Technology Trend In 2010*. [Ηλεκτρονικό] 21 October 2009. [Παραπομπή: 17 December 2010.] <http://www.cloudave.com/1323/gartner-says-cloud-computing-is-the-top-technology-trend-in-2010/>.
2. **Klems, Markus, Nimis, Jens και Tai, Stefan**. *Do Clouds Compute? A Framework for Estimating the Value of Cloud*. Karlsruhe, Germany : Forschungszentrum Informatik (FZI), 2009.
3. **Armbrust, Michael, και συν., και συν.** A View of Cloud Computing. *Practice*. April 2010, Τόμ. 53, 4, σσ. 50-52.
4. **Baca, Steve**. Cloud Computing: What It Is and It Can Do for You. *Global Knowledge: Expert Reference Series of White Papers*. 2010, σσ. 2-4.
5. **NIST**. National Institute of Standards and Technology. *NIST Cloud Computing Program*. [Ηλεκτρονικό] 16 December 2010. [Παραπομπή: 17 December 2010.] <http://www.nist.gov/itl/cloud/index.cfm>.
6. **Spínola, Maria**. cloudcomputing.sys-con.com. *SYS-CON Media*. [Ηλεκτρονικό] 06 Seotember 2009. [Παραπομπή: 17 December 1010.] <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/1087426>.
7. **Surgient, Dave Malcolm**. ZDNet. *The five defining characteristics of cloud computing*. [Ηλεκτρονικό] 09 April 2009. [Παραπομπή: 17 December 2010.] <http://www.zdnet.com/news/the-five-defining-characteristics-of-cloud-computing/287001>.
8. **SaaS Blogs**. http://www.saasblogs.com/images/uploads/2008/12/cloud_stack.gif. *SaaS Blogs*. [Ηλεκτρονικό] http://www.saasblogs.com/images/uploads/2008/12/cloud_stack.gif.
9. **Craig - Wood, Kate**. IaaS vs. PaaS vs. SaaS definition. *Kate's Comment*. [Ηλεκτρονικό] 18 May 2010. [Παραπομπή: 04 January 2011.] <http://www.katescomment.com/iaas-paas-saas-definition/>.
10. Cloud – IaaS, PaaS, SaaS diagrams. *CiscoSchool*. [Ηλεκτρονικό] 2010. [Παραπομπή: 04 January 2010.] <http://ciscoschool.net/2010/03/25/cloud-iaas-paas-saas-diagrams/>.
11. **Johnston, Sam**. Circle ID. *Cloud Computing Types: Public Cloud, Hybrid Cloud, Private Cloud*. [Ηλεκτρονικό] 06 March 2009. [Παραπομπή: 17 December 2010.] http://www.circleid.com/posts/20090306_cloud_computing_types_public_hybrid_private/.
12. **Ho, Ricky**. Pragmatic Programming Techniques. *Between Elasticity and Scalability*. [Ηλεκτρονικό] 21 July 2010. [Παραπομπή: 21 December 2010.] <http://horicky.blogspot.com/2009/07/between-elasticity-and-scalability.html>.
13. **Cohen, Reuven**. Infrastructure Elasticity versus Scalability. *Cloud Computing Journal*. [Ηλεκτρονικό] September 21 2010. [Παραπομπή: 12 December 2010.] <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/1542211>.
14. **Buckley, Jonathan**. *Why Centralized Cloud ID Management is Crusial for the Enterprise*. s.l. : Ping Identity, 2010.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

15. **Granneman, Joseph.** *Data protection and access in the cloud: Out of site and out of mind.* s.l. : SearchCompliance.com, Searchsecurity.com, ISACA, 2010.
16. **Jackson, Kevin.** GovCloud Predictions for 2011: Kevin Jackson. *Cloud Interoperability Magazine.* 04 January 2011.
17. **Urkuhart, James.** Cnet News. *Exploring cloud interoperability, part 1.* [Ηλεκτρονικό] 02 May 2009. [Παραπομπή: 07 January 2011.] http://news.cnet.com/8301-19413_3-10231290-240.html.
18. **Thiniking Out Cloud.** *Shopping the Cloud: Pricing (or Apples and Oranges in the Cloud).* [Ηλεκτρονικό] 22 September 2010. [Παραπομπή: 05 01 2011.] <http://gevaperry.typepad.com/main/2010/09/shopping-the-cloud-pricing.html>.
19. **Leong , Lydia.** Gartner. *Qualifying for the next Cloud IaaS Magic Quadrant.* [Ηλεκτρονικό] 03 January 2011. [Παραπομπή: January 05 2011.] http://blogs.gartner.com/lydia_leong/2011/01/03/qualifying-for-the-next-cloud-iaas-magic-quadrant/?utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter.
20. **Geva, Perry.** SearchCloudcomputing.com. *Evaluating cloud computing services: Criteria to consider.* [Ηλεκτρονικό] 15 November 2010. [Παραπομπή: 05 January 2011.] http://searchcloudcomputing.techtarget.com/generic/0,295582,sid201_gci1520782,00.html.
21. **CloudSleuth.** CloudSleuth. *CloudSleuth.* [Ηλεκτρονικό] January 2011. [Παραπομπή: 06 January 2011.] <https://www.cloudsleuth.net/web/guest/home;jsessionid=E17F61562DE17204001F45A34DFB6E89>.
22. **Bitcurrent Inc.** *Cloud Computing Performance.* s.l. : Bitcurrent, 2010.
23. **Ang, Li, και συν., και συν.** *CloudCmp: Comparing Public Cloud Providers.* Melbourne : CloudCmp, 2010.
24. **Focus Research.** *Cloud Computing Comparison Guide.* s.l. : Focus Research, 2010.
25. **GoGrid.** GoGrid. *Service Level Agreement (SLA).* [Ηλεκτρονικό] 4 June 2010. [Παραπομπή: 6 January 2011.] <http://www.gogrid.com/legal/sla.php>.
26. **Beil, Joshua.** Web host industry review. *Exploring Cloud SLAs: Amazon vs Rackspace.* [Ηλεκτρονικό] 01 February 2010. [Παραπομπή: 06 January 2011.] http://www.thewhir.com/blog/Joshua_Beil/020110_Exploring_Cloud_SLAs_Amazon_vs_Rackspace.
27. **AICPA.** AICPA - American Institute of CPA's. *Service Organization Control Reports.* [Ηλεκτρονικό] January 2011. [Παραπομπή: 16 January 2010.] <http://www.aicpa.org/InterestAreas/AccountingAndAuditing/Resources/SOC/Pages/SORHome.aspx>.

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

28. **NDB LLP.** NDB LLP - Accountants & Consultants. *SAS 70 Type II Testing Period Considerations*. [Ηλεκτρονικό] 2008. [Παραπομπή: 16 January 2011.] <http://www.sas70.us.com/services/sas70-typeii-audit.php>.
29. **SAS 70.** SAS 70. *SAS 70 Overview*. [Ηλεκτρονικό] 2011. [Παραπομπή: 17 January 2011.] http://sas70.com/sas70_overview.html.
30. **Wikipedia.** Wikipedia. *Statement on Auditing Standards No. 70: Service Organizations*. [Ηλεκτρονικό] 27 November 2010. [Παραπομπή: 16 January 2011.] http://en.wikipedia.org/wiki/Statement_on_Auditing_Standards_No._70:_Service_Organizations.
31. **Γκρίντζαλης, Δημήτρης, και συν., και συν.** *Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων*. Αθήνα : Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2004.
32. **Network Computer Architects Inc.** *SAS 70 vs. an ISO 27001 ISMS*. s.l. : Network Computer Architects Inc.
33. **Wikipedia.** Wikipedia. *ISO/IEC 27001*. [Ηλεκτρονικό] 04 January 2011. [Παραπομπή: 16 January 2011.] http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_27001.
34. **Cloud Computing Interoperability Forum.** Unified Cloud. *Unified Cloud Interface Project*. [Ηλεκτρονικό] 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://code.google.com/p/unifiedcloud/>.
35. **cloudforum.org.** THE CLOUD COMPUTING INTEROPERABILITY FORUM. *CCIF*. [Ηλεκτρονικό] 2009. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.cloudforum.org/>.
36. **Microsoft.** Microsoft News Center. *Microsoft Brings Cloud Interoperability Down to Earth*. [Ηλεκτρονικό] 01 February 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.microsoft.com/presspass/features/2010/feb10/02-01cloudinterop.mspx>.
37. **Simple Cloud.** Simple Cloud. *Simple Cloud*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.simplecloud.org/>.
38. **ASCI.** *Artifact-Centric Service Iteroperation*. s.l. : ASCI, 2010.
39. **IBM.** IBM. *IBM and European Union Join to Develop New Collaborative e-Business Model Extending Open Source and Cloud Technologies*. [Ηλεκτρονικό] 07 July 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/32080.wss>.
40. **Vision Cloud.** Vision Cloud. *Vision Cloud*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.visioncloud.eu/>.
41. **Hasley, Mike.** ghacks.net. *EU to Fund €16m Research Project into Cloud Storage*. [Ηλεκτρονικό] 14 November 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.ghacks.net/2010/11/14/eu-to-fund-e16m-research-project-into-cloud-storage/>.
42. **Krebs, Acacia.** winshuttle. *SAP to participate in EU cloud research*. [Ηλεκτρονικό] 15 November 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.winshuttle.com/news/sap-corporate-news/sap-to-participate-in-eu-cloud-research-11157>.

43. **Kirk, Jeremy.** Networkworld. *EU to fund research into cloud storage technologies.* [Ηλεκτρονικό] 12 November 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.networkworld.com/news/2010/111210-eu-to-fund-research-into.html>.
44. **Vision Cloud FP7.** Vision Cloud. *Vision Cloud.* [Ηλεκτρονικό] <http://www.visioncloud.eu/>.
45. **cloudtm.** cloudtm. *cloudtm.* [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.cloudtm.eu/home>.
46. **Cloud4SOA.** Cloud4SOA. *Cloud4SOA.* [Ηλεκτρονικό] 2010. [Παραπομπή: 08 January 2011.] <http://www.cloud4soa.eu/Approach>.
47. —. *Cloud4SOA Project Launched to Resolve Semantic Interoperability Issues between Cloud Platforms.* Barcelona : Consortium partners of the Cloud4SOA, 2010.
48. **Univercity of Macedonia - Greece.** Information Systems Lab. *Έργα.* [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 07 January 2011.] http://islab.uom.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=3&lang=el.
49. **TClouds.** TClouds. *TClouds.* [Ηλεκτρονικό] 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] http://www.tclouds-project.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=61.
50. **University of Oxford.** Computing Laboratory. *Trustworthy Clouds - Privacy and Resilience for Internet-scale Critical Infrastructure.* [Ηλεκτρονικό] 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.comlab.ox.ac.uk/projects/TCLOUDS/>.
51. **James.** TotalCloud servage. *EU Begins Three Year Cloud Computing Research.* [Ηλεκτρονικό] 24 November 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://blog.servage.com/cloudnews/eu-begin-three-year-cloud-computing-research>.
52. **Kirk, Jeremy.** Computer World UK. *EU launches Trustworthy Clouds research programme.* [Ηλεκτρονικό] 22 November 2010. [Παραπομπή: 07 January 2011.] <http://www.computerworlduk.com/news/cloud-computing/3249633/eu-launches-trustworthy-clouds-research-programme/>.
53. **Petrov, Oleg.** *Next Generation e-Government: The Cloud and Beyond.* Hong Kong : The World Bank E-Government Summit, 2010.
54. **Lange, Mark.** Microsoft Europe. *Managing the Belgian EU Presidency on a dynamic cloud platform.* [Ηλεκτρονικό] 06 September 2010. [Παραπομπή: 05 February 2011.] <http://www.microsoft.eu/Videos/Viewer/tabid/163/articleType/ArticleView/articleId/736/categoryId/19/Menu/19/Managing-the-Belgian-EU-Presidency-on-a-dynamic-cloud-platform.aspx>.
55. **Howard, Alex.** gov20.govfresh. *What does Gov2.0 have to do with Cloud Computing.* [Ηλεκτρονικό] 16 September 2010. [Παραπομπή: 05 February 2011.] <http://gov20.govfresh.com/what-does-gov-2-0-have-to-do-with-cloud-computing/>.
56. **Banks, Lisa.** CIO. *Government should use cloud to reduce IT costs: Gartner.* [Ηλεκτρονικό] 16 August 2010. [Παραπομπή: 05 February 2011.]

Συγκριτική Ανάλυση Υπηρεσιών Cloud Computing

http://www.cio.com.au/article/357044/government_should_use_cloud_reduce_it_costs_gartner/

57. **Chan, Tony.** greentelecomlive. *Japan to build massive cloud infrastructure for e-government.*

[Ηλεκτρονικό] 13 May 2009. [Παραπομπή: 07 January 2011.]

<http://www.greentelecomlive.com/2009/05/13/japan-to-build-massive-cloud-infrastructure-for-e-government/>.

58. **Κοζύρης, Νεκτάριος.** *Κεντρικές Υπολογιστικές Υποδομές.* s.l. : ICT Forum 2010, 2010.

59. **Cullinane, Dave.** *Building Trust in the Cloud.* s.l. : Searchcompliance.com, searchsecurity.com, ISACA, 2010.

60. **Wikipedia.** Wikipedia. *Tier 1 network.* [Ηλεκτρονικό] 10 January 2011. [Παραπομπή: 16

January 2011.] http://en.wikipedia.org/wiki/Tier_1_network.

61. —. Wikipedia. *Multitenancy.* [Ηλεκτρονικό] 13 December 2010. [Παραπομπή: 16 January

2011.] <http://en.wikipedia.org/wiki/Multitenant>.