

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

University of Macedonia

ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Master Information Systems

Δίκτυα Υπολογιστών

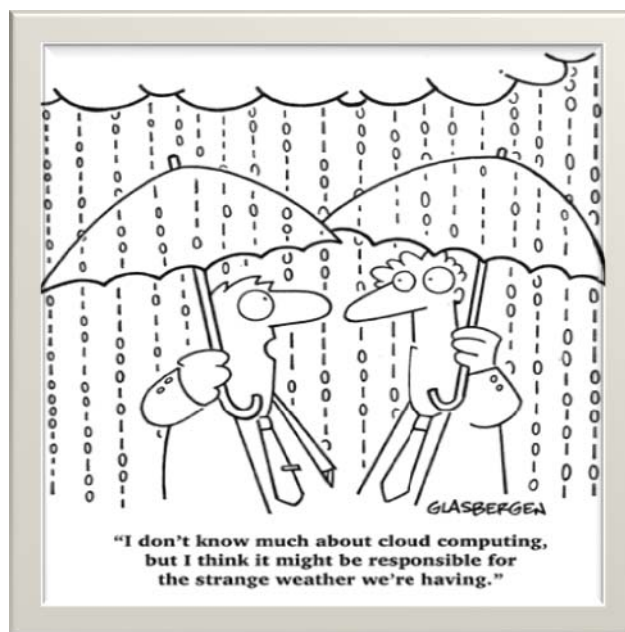
Computer Networks

Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

Professor: A.A. Economides

Cloud computing : a cost analysis

Υπολογιστική νέφους : μια ανάλυση του κόστους



Κυριακή Γιάντσου

mis313

Θεσσαλονίκη, 2014-01-16

Περίληψη

Σε μία εποχή όπου η τεχνολογία εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς, η υπολογιστική νέφους (cloud computing) προσφέρει υπηρεσίες που καλύπτουν τις νέες ανάγκες που δημιουργούνται. Στις ανάγκες αυτές συγκαταλέγεται η ανάγκη για χώρο αποθήκευσης, για άμεση πρόσβαση σε προσωπικό υλικό, για δημιουργία νέων εφαρμογών χωρίς ιδιαίτερο κόστος, για διαχείριση όγκου πληροφοριών. Οι cloud computer providers, IaaS, PaaS και SaaS προσφέρουν υπηρεσίες που καλύπτουν αυτές τις ανάγκες. Το κόστος των υπηρεσιών αυτών, όπως αναλύεται, παρουσιάζεται μέσα από διάφορα μοντέλα και τύπους. Παρουσιάζονται μία σειρά πινάκων, όπου και φαίνονται αναλυτικά τα κόστη τα οποία μελετώνται και υπολογίζονται για την τελική διαμόρφωση του κόστους του cloud computing. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι μελέτες ανάλυσης κόστους για εφαρμογές που στήθηκαν σε cloud computing, το κόστος υποδομής αλλά και η συγκριτική μελέτη κόστους ιδιοκτησίας TCO.

Abstract

In an era in which technology evolves rapidly, new needs appear in this area and cloud computing is the tool that covers those needs. These needs include the need of data storage, the instant access in personal data, the creation of new application with low cost, the information management. IaaS, PaaS and SaaS are the main cloud computer providers. The cost of these services, as it is analyzed, is presented through various models and types. There are tables that present the costs, which are studied and computed for the final configuration of the cloud computing cost. Also, we see examples of different studies of cost analysis for application that were set up in a cloud computing environment, the infrastructure cost and a comparative study for the Total Cost of Ownership.

Εισαγωγή

Προσπαθώντας να μελετήσουμε εις βάθος το κόστος του cloud computing και τους παράγοντες που το επηρεάζουν, θα πρέπει να ορίσουμε αρχικά το νέφος, να αναφέρουμε τους τύπους που συναντώνται και τους τύπους των προμηθευτών.

Με την υπολογιστική νέφους ένας οργανισμός αποκτά ή ενοικιάζει υπολογιστικούς πόρους από προμηθευτές αντί να διαθέτει δικό του hardware και software. Η διάθεση γίνεται μέσω διαδικτύου, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα αυξομείωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού (Belanger & Slyke, 2012).

Σύμφωνα με τους Hyth και Cebula (2011) έχουμε τέσσερις διαφορετικούς τύπους νεφών, τα *δημόσια* στα οποία έχει πρόσβαση οποιοσδήποτε έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο και πρόσβαση στο νέφος, τα *ιδιωτικά* τα οποία έχουν δημιουργηθεί για έναν οργανισμό ή συγκεκριμένη ομάδα και έχουν πρόσβαση μόνο αυτοί. Επίσης, υπάρχουν τα *νέφη κοινότητας* τα οποία διαμοιράζονται ανάμεσα σε δύο ή παραπάνω οργανισμούς με παρόμοιες απαιτήσεις νέφους και τέλος υπάρχουν τα *υβριδικά νέφη* τα οποία αποτελούν το συνδυασμό τουλάχιστον δύο από τα προηγούμενα είδη.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί υπάρχουν διαφορετικοί τύποι προμηθευτών νέφους. Η βασική διαφορά τους, σύμφωνα με τους Hyth και Cebula (2011), εντοπίζεται στον έλεγχο που μπορείς να έχεις στην πληροφορία και στο τι αναμένεται να κάνει ο προμηθευτής για εμάς. Πιο συγκεκριμένα, το *Software as a Service (SaaS)* είναι ένα μοντέλο που δίνει πρόσβαση και στους πόρους και στις εφαρμογές, δεν χρειάζεται να υπάρχουν αντίγραφα λογισμικού εγκατεστημένα στον υπολογιστή του συνδρομητή, ενώ έχουμε το μικρότερο έλεγχο που γίνεται στο νέφος. Το *Platform as a Service*

(*PaaS*), πρόκειται για ένα μοντέλο διάθεσης πλατφόρμας ανάπτυξης ή πραγματοποίησης αλλαγών σε λογισμικό στο διαδίκτυο και το *Infrastructure as a Service (IaaS)*, μοντέλο που ασχολείται με την υπολογιστική υποδομή. Προσφέρει δηλαδή στον συνδρομητή τον αποθηκευτικό χώρο και τις δικτυακές υποδομές που χρειάζεται (Durkee, 2010).

Ανάλυση κόστους

Το κόστος του νέφους είναι μία πολύπλευρη κατάσταση καθότι εξαρτάται από τη χρονική στιγμή στην οποία αναφερόμαστε, συνδέεται άμεσα με την τεχνολογική εξέλιξη, με τη ζήτηση από το κοινό και από τις απαιτήσεις αυτού. Οι Bogataj and Pucihar (2013) διαχωρίζουν το κόστος του cloud computing σε δύο μεγάλες κατηγορίες : [1] service billing, [2] costs.

1. Service billing

- Service billing pay per use (χρέωση ανάλογα με τη χρήση)
- Service billing pay per service (χρέωση με βάση την υπηρεσία που χρησιμοποιείται)
- Service billing based on market price (εξαρτώμενη χρέωση από την προσφορά και τη ζήτηση)
- Service billing based on target customers (χρέωση ανάλογη με το προφίλ του αγοραστή, βασίζεται στον τύπο του καταναλωτή, στα χαρακτηριστικά, τις ικανότητες του)

2. Costs

- Provider's hardware costs (servers, υπολογιστές, σκληροί δίσκοι, κ.ά.)
- Provider's software costs (το λογισμικό που χρησιμοποιείται)
- Human resources costs (το ανθρώπινο δυναμικό)
- Outsourcing costs of provider (εξωτερικές υπηρεσίες που απαιτούνται)
- Collaboration costs (αναφέρεται στο κόστος συνεργασίας με άλλους προμηθευτές)
- Network costs (το κόστος για το στήσιμο του δικτύου, υλικό και ενέργεια-ρεύμα που απαιτείται για τη λειτουργία του δικτύου)

Στην έρευνα των Chun and Choi (2013) εντοπίζουμε δύο στρατηγικές κοστολόγησης. Στην κατηγορία *fixed pricing* περιλαμβάνεται το κόστος συνδρομής (subscription pricing) και το κόστος για κάθε τι που χρησιμοποιείται (pay-per-use pricing). Στη δεύτερη κατηγορία των *dynamic prices* οι τιμές μορφοποιούνται με δυναμικό τρόπο, δηλαδή ανάλογα με τη προσφορά και τη ζήτηση.

Στην ίδια έρευνα εντοπίζουμε και μία σύντομη παρουσίαση των cloud computing providers για κάθε έναν τύπο προμηθευτή (IaaS, PaaS, SaaS). Ο πίνακας 1 δείχνει τα κόστη όπως αυτά ήταν διαμορφωμένα την περίοδο της έρευνας των Chun and Choi. Στην κατηγορία IaaS βλέπουμε ενδεικτικά το Amazon S3, για το PaaS ενδεικτικό παράδειγμα είναι το Google AppEngine και για το SaaS δίνουν ως παράδειγμα το Sales Cloud της Salesforce.com .

Το Amazon S3 είναι μία υπηρεσία online αποθήκευσης που προσφέρεται από την Amazon Web Services. Το Google AppEngine είναι πλατφόρμα για τη δημιουργία και φιλοξενία web εφαρμογών και διαχειρίζεται από τα data centers της Google. Στην κατηγορία των SaaS, όπου και συναντάται το Sales Cloud της Salesforce.com, είναι μία υπηρεσία CRM.

Table 1 Amazon S3 pricing

	Standard storage	Reduced redundancy storage
First 1 TB/month	\$0.095/GB	\$0.076/GB
Next 49 TB/month	\$0.080/GB	\$0.064/GB
Next 450 TB/month	\$0.070/GB	\$0.056/GB
Next 500 TB/month	\$0.065/GB	\$0.052/GB
Next 4000 TB/month	\$0.060/GB	\$0.048/GB
Over 5000 TB/month	\$0.055/GB	\$0.037/GB

Source: Amazon website

Table 2 Google AppEngine pricing

Resource	Unit	Unit cost
Outgoing Bandwidth	Gigabytes	\$0.12
Frontend Instances	Instance hours	\$0.08/\$0.16/\$0.32/\$0.48
Discounted Instances	Instance hours	\$0.05
Backend Instances	Hourly per instance	\$0.08/\$0.16/\$0.32/\$0.48/\$0.64
Stored Data	Gigabytes per month	\$0.18/\$0.24
Channel	Channel opened	\$0.0001

Source: Google developers' website

Table 3 Sales Cloud of Salesforce.com pricing

Product	Description	Price (per user per month)
Contact Manager	Contact management for up to 5 users	\$5
Group	Basic sales & marketing for up to 5 users	\$25
Professional	Complete CRM for any size team	\$65
Enterprise	Customize CRM for entire business	\$125
Unlimited	Premier + Success Plan optimizes CRM	\$250

Source: Salesforce.com website

Πίνακας 1.

Σε προηγούμενη χρονικά έρευνα, οι Suleiman, Sakr, Jeffery and Liu (2011) εντόπισαν επίσης κάποια μοντέλα κοστολόγησης για το cloud computing. Οι τέσσερις τύποι που παρατήρησαν είναι οι εξής : pre-use model, subscription model, prepaid per-use model, subscription + per-use model. Στον πίνακα 2 φαίνεται αναλυτικά το περιεχόμενο κάθε μοντέλου.

Classification of pricing models and cloud server offering types		
Pricing model	Offering type	Commitment
Per-use	On-demand servers (\$ per hour use) <i>Examples:</i> Amazon on-demand and spot instances, Rackspace cloud servers, Terremark vCloud (per-hour)	Nil
Subscription	Dedicated servers (upfront \$ per time period) <i>Examples:</i> GoGrid dedicated servers (monthly), Joyent Smart-Machines (monthly), Rackspace servers (monthly)	Short-term (less than 6 months) and Long-term (1–3 years)
Prepaid per-use	On-demand servers (\$ per hour use deducted from prepaid credit) <i>Examples:</i> ElasticHosts hourly-burst cloud servers, GoGrid cloud servers (hourly), Joyent SmartMachines (daily)	Nil
Subscription+per-use	Dedicated servers (upfront \$ per month/year) + on-demand instances \$ per hour use) <i>Examples:</i> ElasticHosts monthly cloud servers+ hourly usage, Joyent monthly SmartMachines + daily usage, Amazon reserved instances (1 or 3 years)	Short-term (less than 6 months) and Long-term (1–3 years)

Πίνακας 2.

Μελετώντας το κόστος από πλευράς υποδομών, ένα data center network, όπου δεν υπάρχει πολύ ανθρώπινο δυναμικό και η ανάγκη για τεχνική υποστήριξη από τους servers είναι μεγάλη, το κόστος είναι υψηλό. Αυτό συμβαίνει γιατί δημιουργείται η ανάγκη για πολύ καλό εξοπλισμό. Ο πίνακας 3 δείχνει την κατανομή του κόστους για ένα data center (Greenberg, Hamilton, Maltz & Patel, 2009). Όπως φαίνεται, το μεγαλύτερο ποσό δαπανείται στους servers και έπειτα για τη γενικότερη υποδομή, ενώ το δίκτυο αποσπά το 15% του συνολικού ποσού.

Amortized Cost	Component	Sub-Components
~45%	Servers	CPU, memory, storage systems
~25%	Infrastructure	Power distribution and cooling
~15%	Power draw	Electrical utility costs
~15%	Network	Links, transit, equipment

Πίνακας 3.

Στην υπολογιστική νέφους συναντάται το μοντέλο PaaS., όπου δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης λογισμικού. Το κόστος για τη φιλοξενία κάποιου μεγάλου project σε cloud computing είναι μεγάλο, ενώ για μικρές ή μεσαίες εφαρμογές η χρήση πλατφόρμας

σε κάποιο cloud είναι συμφέρουσα (Kondo, Javandi, Malecot, Capello & Anderson, 2009).

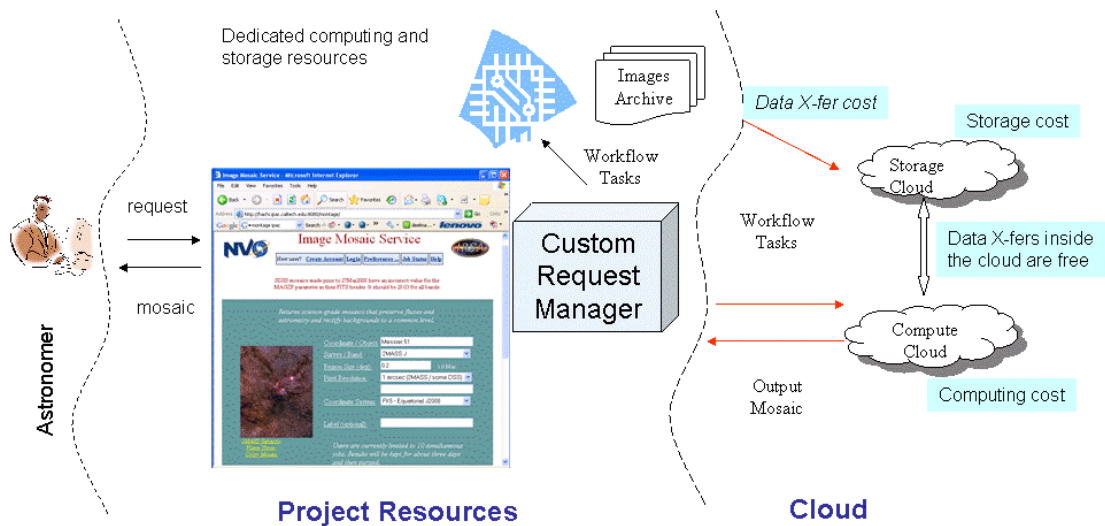
Σύμφωνα με την τοποθέτηση των Liew and Su (2012) στο 4^ο Διεθνές Συνέδριο Cloud computing and Science ο υπολογισμός του κόστους για την δημιουργία και την εκτέλεση μίας εφαρμογής σε περιβάλλον νέφους, συνίσταται από δύο μέρη : το computing resource και το service cost. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στη δημιουργία της εφαρμογής, στην έναρξη και ολοκλήρωσή της. Το κόστος του δεύτερου μέρους ανάγεται στις περαιτέρω προσθήκες που γίνονται στην εφαρμογή ώστε να γίνει καλύτερη. Βέβαια, το δεύτερο μέρος είναι προαιρετικό. Στον πίνακα 4, όπως τον έχουν οργανώσει οι Liew and Su (2012) φαίνεται αναλυτικά ο υπολογισμός του κόστους για τη δημιουργία μίας εφαρμογής σε cloud.

Cost type	Resource type	Calculation
Computing resources	Compute instance	Number of instances * Unit price * time
	Network	Data rate * time * Unit price
	Storage – storage	Total data size * Unit price
Services	Storage – transaction	Transaction rate * time * Per transaction cost
	Content distribution network	Commit rate + overage charge
	Load balancer	Fixed rate + usage-based for data access
	Resource monitoring	Fixed rate + usage-based data access
	Total	

Πίνακας 4.

Στην έρευνα των Deelman, Singh, Linvy, Berriman & Good (2008) για την ανάπτυξη της εφαρμογής Montage – πρόκειται για μία εφαρμογή για αστρονόμους – σε περιβάλλον νέφους, εντοπίζονται τρία σημεία κόστους : data x-fer cost, storage cost, computing cost (Εικόνα 1). Η εφαρμογή στήθηκε στο cloud platform service της Amazon , όπου υπήρχαν οι παρακάτω χρεώσεις τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που πραγματοποιήθηκε η εν λόγω έρευνα :

- \$0.15 per GB-Month for storage resources
- \$0.1 per GB for transferring data into its storage system
- \$0.16 per GB for transferring data out of its storage system
- \$0.1 per CPU-hour for the use of its compute resources.



Εικόνα 1.

Στην έρευνα των Jiao, Li, Xu and Fu (2012), σε μοντέλο IaaS εντοπίζουμε στημένα online social networks (OSN), τα οποία τα τελευταία χρόνια έχουν εκπληκτική αύξηση χρήσης. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω των OSNs είναι πολλές και σύνθετες. Για το λόγο αυτό η διάσπαση των users σε διάφορα site ανά τον κόσμο, εξυπηρετεί καλύτερα τις υπηρεσίες των συγκεκριμένων networks. Χρησιμοποιείται περιβάλλον υπολογιστικού νέφους ως υποδομή τόσο για καλύτερη εξυπηρέτηση των χρηστών, όσο και για οικονομικούς λόγους.

Προκειμένου να υπολογιστεί το κόστος για κάποιο online social network οι συγγραφείς το μοντελοποιούν σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος, *storage and Inter – cloud Traffic Cost* αναφέρονται τα κόστη σχετικά με την αποθήκευση και τα κόστη σχετικά με τα updates των χρηστών στο social network. Το δεύτερο μέρος,

maintenance cost αναφέρεται στη συντήρηση, στην εισαγωγή νέων χρηστών, δηλαδή στην επιλογή αποθήκευσης μέσα στα νέφη που χρησιμοποιούνται, στην αντικατάσταση παλαιών – μη ενεργών στοιχείων. Τέλος, το τρίτο μέρος, *cost mode*, αναφέρεται στο άθροισμα των δύο προηγούμενων μερών. Ουσιαστικά πρόκειται για το άθροισμα του κόστους του *storage and Inter – cloud Traffic Cost* και του *maintenance cost*.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθούμε και στο κόστος ιδιοκτησίας, *Total Cost of Ownership* (TCO). Με τον όρο Total Cost of Ownership προσδιορίζεται το πραγματικό κόστος δαπανών για την ιδιοκτησία και διαχείριση υπηρεσίας cloud σε μία επιχείρηση (Lee, Y.- C., & Hanh, T. N., 2012).

Σύμφωνα με τους Li, Li, Liu, Qiu & Wang (2009) το κόστος του cloud TCO αποτελείται από οχτώ είδη. Αναφέρεται το *server cost*, το οποίο υπολογίζει το συνολικό κόστος των servers που χρησιμοποιούνται, δεδομένου ότι όλοι είναι ίδιου τύπου. Επίσης, υπάρχει το *software cost* το οποίο αναφέρεται στην αγορά αδειών λογισμικού, το *network cost*, ουσιαστικά πρόκειται για το κόστος σύνδεσης των servers με το δίκτυο. Ακόμη ένας τύπος είναι το *support and maintenance cost*, κόστος το οποίο συνδέεται με το soft cost, περιλαμβάνει όμως και κόστη αναβάθμισης, μάνατζμεντ και άλλα. Πέμπτος τύπος κόστους είναι το *power cost*, όπου και περιλαμβάνονται πολύ τεχνικά ζητήματα υποδομής, όπως και το *cooling cost*, το οποίο αναφέρεται στο κόστος ψύξης των servers. Τελευταίοι δύο τύποι είναι το *facilities cost* και το *real-estate cost*. Ο πρώτος τύπος αναφέρεται στις εγκαταστάσεις όσων αφορά όμως αντικείμενα όπως καλώδια, κ.ά., ενώ ο δεύτερος τύπος αναφέρεται στον χώρο όπου θα στεγάσει την όλη εγκατάσταση των servers.

Σε πιο πρακτικό και απτό επίπεδο στην έρευνα των Chandra and Borah (2012) γίνεται σύγκριση του κόστους TCO, με το κόστος για κάθε χρήστη μηνιαίως σε cloud (Cost per User per Month- cloud computing) σε ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα για διάστημα τριών χρόνων. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν τη σαφή διαφορά κέρδους που υπάρχει στη χρήση του cloud. Οι οικονομικές διαφορές που παρουσιάζονται είναι μεγάλες αν σκεφτούμε πως η χρήση του cloud είναι πιο προσιτή σε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις (πίνακας 5). Την ίδια στιγμή διαπιστώνεται ακόμη ότι η χρήση του cloud σε εκπαιδευτικό επίπεδο βοηθάει περισσότερο στην επικέντρωση στις διδακτικές και ερευνητικές δραστηριότητες.

Items	3 Years TCO	Cost/User/month
Hardware	\$ 761,892	\$ 622.45
Cables	\$ 480	\$ 0.4
IP Address	\$ 59,018	\$ 48.21
Management	Nil	Nil
MDS(Multilayer Director Switch)	\$ 17,895	\$ 14.62
Server	\$ 117,811	\$ 96.24
Storage	\$ 227,178	\$ 185.6
Switch	\$ 338,660	\$ 276.69
Thin PC	\$ 850	\$ 0.69
Software	\$ 210,019	\$ 171.57
Hosted Virtual Desktop(HVD) Software	\$ 43,414	\$ 35.47
Monitoring & Alerting	\$ 5,524	\$ 4.51
Office Standard	\$0	\$0
Patch Management	\$ 2,618	\$ 2.14
Profile Management	\$ 2,166	\$ 1.77
Profile Mobility	\$ 5,083	\$ 4.15
Security	\$ 3,507	\$ 2.87
Server License	\$ 116,429	\$ 95.12
Virtual Desktop Infrastructure(VDI) Assessment	\$ 1,666	\$ 1.36
Security Manager	\$ 8,000	\$ 6.53
Server Security	\$ 1,200	\$ 0.98
Virtual Desktop	\$ 14,746	\$ 12.04
Security	Nil	Nil
Email Security	\$ 2,611	\$ 2.13
Virtual Firewall	\$ 3,055	\$ 2.5
Support	\$ 46,930	\$ 38.34
Administration	\$ 28,215	\$ 23.05
Deployment	\$ 3,465	\$ 2.83
Help Desk	\$ 10,800	\$ 8.82
Power & Cooling	\$ 4,450	\$ 3.64
Grand Total	\$ 1,018,841	\$ 832.36

Hence the total savings is \$ 10, 18,009/-

Πίνακας 5.

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Όπως παρουσιάζεται από τη βιβλιογραφία, η χρήση του cloud computing διαθέτει σίγουρα πολλά πλεονεκτήματα. Ένα πολύ βασικό πλεονέκτημα που εντοπίζεται είναι οι δυνατότητες χρήσης που προσφέρονται. Αυτό σχετίζεται με τις προσφερόμενες υπηρεσίες από τους προμηθευτές, αλλά και με τη διαφορετικότητα των υπηρεσιών που υπάρχει ώστε να καλύπτονται όλες οι πιθανές ανάγκες των καταναλωτών - χρηστών.

Ακόμη, στα πλεονεκτήματα συγκαταλέγεται η προσβασιμότητα που υπάρχει με τη χρήση κάποιου υπολογιστικού νέφους. Από πλευράς οικονομικών – κόστους, όπως αναπτύχθηκε παραπάνω γίνεται εμφανές ότι πρόκειται για έναν σύνθετο υπολογισμό, που τελικά κάνει ξεκάθαρο το κόστος των υπηρεσιών. Όπως παρουσιάστηκε σε άλλες έρευνες είναι οικονομικά πιο ωφέλιμο να δημιουργήσεις μία εφαρμογή σε περιβάλλον cloud. Επίσης, στην τελευταία έρευνα σχετικά με το TCO γίνεται ακόμη πιο ξεκάθαρο το όφελος που υπάρχει από τη χρήση cloud σε βάθος χρόνου τριών ετών σε ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα.

Μειονέκτημα θεωρείται το μεγάλο κόστος που υπάρχει για να δημιουργήσεις cloud. Απαιτείται πλήθος εξοπλισμού, που είναι κατά βάση ακριβό, απαιτούνται λογισμικά, ασφάλεια, ανθρώπινο δυναμικό ώστε να στηθεί το cloud, τεχνική υποστήριξη και αρκετά ακόμη πράγματα. Από πλευράς καταναλωτή – χρήστη, τα μειονεκτήματα που εντοπίστηκαν είναι το κόστος ανάλογα με τη ζήτηση, η ασφάλεια που παρέχεται, για την οποία δεν μπορεί να είναι σίγουρος και η πιθανή έλλειψη τεχνικών γνώσεων και η τελική εξαπάτηση ως προς την παρεχόμενη υπηρεσία.

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Συνοψίζοντας τη βιβλιογραφική επισκόπηση που έχει γίνει παραπάνω με θέμα την ανάλυση του κόστους της υπολογιστικής νέφους μπορούμε να καταλήξουμε σε κάποιες βασικές παραδοχές - συμπεράσματα. Το κόστος που απαιτείται για τη δημιουργία ενός cloud, αλλά και η εργασία σε περιβάλλον cloud είναι μία δομή πολλών και διαφορετικών παραμέτρων.

Συναντώνται διάφορα μοντέλα και είδη με βάση τα οποία έχουν προσπαθήσει ειδικοί στο χώρο να αναλύσουν το κόστος. Πιθανό κάποια να είναι καλύτερα ή πιο σαφή από άλλα, βέβαια σημασία έχει ότι οι γνώσεις κάποιου που θα ήθελε να εργαστεί σε περιβάλλον νέφους ή να δημιουργήσει ένα δικό του τέτοιο περιβάλλον, μιλώντας για το κόστος και μόνο δεν θα πρέπει να περιορίζεται μόνο σε τεχνικές. Είναι σημαντικό να παρακολουθείται η αγορά σχετικά με το αντικείμενο τόσο ως προς τις τιμές για ένα περιβάλλον cloud σχετικό με αυτό που επιθυμούμε να εργαστούμε, όσο και οι τιμές σχετικά με την υλική υποδομή (περιλαμβανομένου και του λογισμικού).

Από το σύνολο των μοντέλων, των τιμών και των ειδών που παρουσιάζονται συνοπτικά παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι το cloud computing είναι μία ιδιαίτερα νέα στον χώρο, δημιουργική και πολύπλευρη έννοια, η οποία ακριβώς επειδή βρίσκεται στην αρχή της, είναι σύνθετη και ως προς το κόστος της. Σίγουρα, το κόστος εξαρτάται από το τι θέλουμε να κάνουμε (χρήση) και από το τι θέλουμε να έχουμε ως πελάτες (προσφορά από προμηθευτές). Πρόκειται για μία αλληλοεξαρτούμενη σχέση, η οποία πολλές φορές δημιουργεί και το ανάλογο κόστος, δηλαδή η τιμή δημιουργείται από το μέγεθος της ζήτησης.

Μελλοντικά θα μπορούσε να αναπτυχθεί περαιτέρω το θέμα της κοστολόγησης του cloud computing ως προς τις ειδικότερες κατηγορίες του. Αναφερόμαστε σε διάσπαση του κόστους ανάλογα με τους τύπους προμηθευτών (IaaS, PaaS, SaaS), αλλά και με πιο συγκεκριμένες έννοιες όπως το cloud networking και το TCO για πιο εξειδικευμένες υπηρεσίες (π.χ. TCO of IaaS). Επίσης, θα μπορούσαν να εκπονηθούν έρευνες γύρω από συγκεκριμένα clouds, πως λειτουργούν, τι δυνατότητες έχουν και τι κόστος υπάρχει τόσο για την υλοποίησή τους, όσο και για τη πλήρη χρήση τους.

Βιβλιογραφία

- Antunes, C., & Vardasca, R. (2013). Building low cost cloud computing systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 4, 48-52.
Ανακτήθηκε από: http://thesai.org/Downloads/Volume4No5/Paper_8-Building_Low_Cost_Cloud_Computing_Systems.pdf
- Assunção, M., Costanzo, A., & Buyya, R. (2010). A cost-benefit analysis of using cloud computing to extend the capacity of clusters. *Cluster Computing*, 13, 335–347. doi: 10.1007/s10586-010-0131-x
- Belanger, F., & Slyke, C. (2012). *Information systems for business: an experimental approach*. US: Willey.
- Bogataj, K., & Pucihar, A. (2013). Business Model Factors Influencing Cloud Computing Adoption: Differences in Opinion. *26th Bled eConference eInnovations: Challenges and Impacts for Individuals, Organizations and Society*. 443-455. Ανακτήθηκε από: [https://domino.fov.uni-mb.si/proceedings.nsf/Proceedings/D73B87F43B53744AC1257B6E003B342A/\\$File/05_bogataj.pdf](https://domino.fov.uni-mb.si/proceedings.nsf/Proceedings/D73B87F43B53744AC1257B6E003B342A/$File/05_bogataj.pdf)
- Cerviño, J., Rodríguez, P., Trajkovska, I., Escribano, F., & Salvachúa, J. (2013). A cost-effective methodology applied to videoconference services over hybrid clouds. *Mobile Networks and Applications*, 18:1, 103–109. doi: 10.1007/s11036-012-0380-4
- Chandra, D.G., & Borah, M.D. (2012). Cost benefit analysis of cloud computing in education. *Computing, Communication and Applications (ICCCA), 2012 International Conference on*. 1-6. doi: 10.1109/ICCCA.2012.6179142
- Chun, S.-H. , & Choi, B.-S. (2013). Service models and pricing schemes for cloud computing. *Cluster Computing*. doi: 10.1007/s10586-013-0296-1

- Deelman, E., Singh, G., Livny, M., Berriman, B., & Good, J. (2008). The cost of doing science on the cloud: the Montage example. *High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, 2008. SC 2008. International Conference for.* 1-12. doi: 10.1109/SC.2008.5217932
- Durkee, D. (2010). Why Cloud Computing Will Never Be Free :The competition among cloud providers may drive prices downward, but at what cost? *Communications of the ACM.* 53:5, 62-69. doi: 10.1145/1735223.1735242
- Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, D. A., & Patel, P. (2009). The cost of a cloud: research problems in data center networks. *Computer Communication Review.* 39:1, 68-73. doi: 10.1145/1496091.1496103
- Huth, A., & Cebula, J. (2011). The Basics of Cloud Computing. Ανακτήθηκε από: **Σφάλμα! Η αναφορά της υπερ-σύνδεσης δεν είναι έγκυρη.**
- Jiao, L., Li, j., ; Xu, T., & Fu, X. (2012). Cost optimization for Online Social Networks on geo-distributed clouds. *Network Protocols (ICNP), 2012 20th IEEE International Conference on.* 1-10. doi: 10.1109/ICNP.2012.6459989
- Jin, Y., Wen, Y., Guan, K., Kilper, D., & Xie, X. (2013). Toward monetary cost effective content placement in cloud centric media network. *Multimedia and Expo (ICME), 2013 IEEE International Conference on.* 1-6. doi: 10.1109/ICME.2013.6607582
- Kondo, D., Javandi, B., Malecot, P., Capello, F., & Anderson, D. P. (2009) .Cost-benefit analysis of cloud computing versus desktop grids. *Parallel & Distributed Processing, 2009. IPDPS 2009. IEEE International Symposium on.* 1-12. doi: 10.1109/IPDPS.2009.5160911
- Lee, Y.- C., & Hanh, T. N. (2012). A Study on Decision Making Factors of Cloud Computing Adoption Using BCOR Approach. *Journal of the Korea society of IT services.* 11:1, 155-171. doi: 10.9716/KITS.2012.11.1.155

- Li, X., Li, Y., Liu, T., Qiu, J., & Wang, F. (2009). The method and tool of cost analysis for cloud computing. *Cloud Computing, 2009. CLOUD '09. IEEE International Conference on*. 93-100. doi: 10.1109/CLOUD.2009.84
- Liew, S.H., & Su, Y.Y. (2012). CloudGuide: Helping users estimate cloud deployment cost and performance for legacy web applications. *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2012 IEEE 4th International Conference on*. 90 – 98. doi: 10.1109/CloudCom.2012.6427577
- Martens, M., Walterbusch, M., & Teuteberg, F. (2012). Evaluating cloud computing services from a total cost of ownership perspective. *Management Research Review*. 36:6, 613-638. doi: 10.1108/01409171311325769
- Sai Kiran M., Anusha A., Gowtham Kumar N., & Praveen Kumar Rao K. (2013). Selection of multi-cloud storage using cost based approach. *International Journal of Computer & Electronics Research*. 2:2, 160-168. Ανακτήθηκε από:
https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fijcer.org%2Findex.php%2Fojs%2Farticle%2Fview%2F210%2F70&ei=LYvMUuafD8qStQaTioDYBA&usq=AFQjCNFztnCbHlly_oMxiNyJ_iQgL7ui2Q&sig2=ηjic2G0wHGnwm8cuuJuZnw&bvm=bv.58187178,d.bGQ
- Suleiman, B., Sakr, S., Jeffery, R., & Liu, A. (2011). On understanding the economics and elasticity challenges of deploying business applications on public cloud infrastructure. *Journal of Internet Services and Applications*. 3:2, 173-193. doi: 10.1007/s13174-011-0050-y