

Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδος

Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας

Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων

Πτυχιακή Εργασία

Cloud Computing - Δυνατότητες και Εφαρμογές

Μελέτη

ΚΟΥΤΕΡΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΣΤΕΡΓΙΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΜΗΤΣΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΨΗ

ΠΑΠΑΖΩΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2014

Περίληψη

Στη παρούσα εργασία γίνεται μια εις βάθος ανάλυση της έννοιας του υπολογιστικού νέφους (cloud computing), καθώς και όλων των εμπλεκόμενων εννοιών που σχετίζονται με αυτή. Στα κεφάλαια που ακολουθούν παρατίθενται τα κύρια χαρακτηριστικά του και οι κατηγορίες του. Επίσης, γίνεται ενδελεχής αναφορά στις δυνατότητες που παρέχονται στους καταναλωτές και στις επιχειρήσεις και παρουσιάζονται διάφορες εφαρμογές του.

Περιεχόμενα

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
2	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	9
3	ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ	12
3.1	Αρχιτεκτονική του Υπολογιστικού Νέφους	12
3.1.1	Παραδείγματα Αρχιτεκτονικών	15
3.1.1.1	Hadoop	15
3.1.1.2	MOBStor	17
3.1.1.3	Sherpa	18
3.1.2	Χαρακτηριστικά	19
3.1.3	Μοντέλα Υπηρεσιών	24
3.1.4	Μοντέλα Ανάπτυξης	31
3.1.4.1	Private cloud	31
3.1.4.2	Public cloud	32
3.1.4.3	Hybrid cloud	32
3.1.4.4	Community cloud	33
3.1.5	Διαχείριση των δεδομένων στο νέφος	34
3.2	Μοντέλα εφαρμογών και υπηρεσιών στο υπολογιστικό νέφος	35
3.2.1	Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS)	35
3.2.1.1	Cloud Desktop	36
3.2.1.2	Cloud Servers	37
3.2.1.3	Οφέλη πελατών	38
3.2.1.4	Υπηρεσίες φιλοξενίας συστημάτων πελατών (Colocation)	39
3.2.1.5	Virtual Private Servers (VPS)	40
3.2.2	Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS)	42
3.2.2.1	Τηλεπικοινωνίες	44
3.2.2.2	Ασφάλεια	45
3.2.2.3	Service Level Agreement	46
3.2.2.4	Απομακρυσμένη πρόσβαση	46
3.2.2.5	Φορητότητα (Mobility)	48
3.2.2.6	Εφαρμογές κινητού εμπορίου (Business mobile applications)	49
3.2.2.7	Πλεονεκτήματα	52
3.2.3	Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service - PaaS)	54
3.2.3.1	Cloud Sites	56
3.2.3.2	Cloud Databases	57
3.2.3.3	Cloud Storage	57
3.2.4	Εξειδικευμένα μοντέλα υπηρεσιών	59
3.2.4.1	Ταυτότητα ως υπηρεσία (Identity as a service - IDaaS)	59
3.2.4.2	Συμμόρφωση ως υπηρεσία (Compliance as a Service - CaaS)	62
3.2.4.3	Υλικό ως υπηρεσία (Hardware as a Service - HaaS)	64
3.3	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Υπολογιστικού νέφους	65
3.3.1	Πλεονεκτήματα υπολογιστικού νέφους	65
3.3.2	Μειονεκτήματα υπολογιστικού νέφους	67
4	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΗΣΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ	69
4.1	Μεταφορά εφαρμογών στο νέφος	71
4.2	Τρόποι σύνδεσης χρηστών με το νέφος	72
4.3	Χαρακτηριστικά εφαρμογών στο νέφος	73
4.3.1	Ιδιότητες αξιόπιστων δοσοληψιών	75

4.3.2	Χαρτογράφηση λειτουργικότητας	76
4.3.3	Χαρακτηριστικά γνωρίσματα εφαρμογής	78
4.3.4	Χαρακτηριστικά γνωρίσματα υπηρεσιών νέφους	79
4.3.5	Αφαιρετικότητα συστήματος	80
4.3.6	Έκρηξη νέφους (cloud bursting)	82
5	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΟ ΝΕΦΟΣ.....	86
5.1	Dropbox.....	86
5.2	PBworks	92
5.3	Λειτουργικό σύστημα Jolicloud (για Netbook)	95
5.4	Λειτουργικό σύστημα Chromium (το πρόγραμμα πλοήγησης ως λειτουργικό σύστημα)	97
5.5	Λογισμικό Gbridge	100
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	102
	Βιβλιογραφία	107

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Cloud Computing.....	13
Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική Yahoo cloud.....	14
Εικόνα 3: Hadoop	16
Εικόνα 4: MobStor.....	17
Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική Sherpa	19
Εικόνα 6: Ένας υλοποιημένος εικονικός διακομιστής που φιλοξενεί τρία εικονικά μηχανήματα κάθε ένα από τα οποία τρέχει διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και χρήση στοίβας λογισμικού	22
Εικόνα 7: Η στοίβα του υπολογιστικού νέφους.....	23
Εικόνα 8: Cloud Software as a Service (SaaS).....	24
Εικόνα 9: Cloud Platform as a Service (PaaS)	25
Εικόνα 10: Cloud Infrastructure as a Service (IaaS).....	26
Εικόνα 11: Αρχιτεκτονικές μοντέλων υπηρεσιών Cloud Computing	28
Εικόνα 12: Κατηγορίες προσφερόμενων υπηρεσιών ανάλογα με τον τύπο του cloud	29
Εικόνα 13: Οι προσφερόμενες υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους με βάση το μοντέλο	29
Εικόνα 14: Ιεραρχία cloud υπηρεσιών.....	30
Εικόνα 15: Cloud Desktop.....	36
Εικόνα 16: Cloud Servers	38
Εικόνα 17: Υπηρεσίες φιλοξενίας συστημάτων πελατών (Colocation)	40
Εικόνα 18: Virtual Private Servers (VPS)	41
Εικόνα 19: Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS)	44
Εικόνα 20: Business mobile applications	51
Εικόνα 21: Cloud Sites	56
Εικόνα 22: Cloud Storage.....	58
Εικόνα 23: Ταυτότητα ως Υπηρεσία	61
Εικόνα 24: Συμμόρφωση ως υπηρεσία.....	63
Εικόνα 25: Υλικό ως Υπηρεσία.....	64
Εικόνα 26: Δημιουργία χάρτη χαρακτηριστικών γνωρισμάτων για την παρουσίαση της λειτουργικότητας	77
Εικόνα 27: Εφαρμογή που αναπτύσσεται εξ ολοκλήρου στο νέφος	81
Εικόνα 28: Εφαρμογή που διαχειρίζεται την υπερχειλίση δοσοληψιών σ' ένα σύστημα κρατήσεων (παράδειγμα έκρηξης νέφους)	83
Εικόνα 29: Παράδειγμα χρηστών σε μεγάλους οργανισμούς.....	85
Εικόνα 30: Αρχική σελίδα Dropbox	87
Εικόνα 31: Τιμοκατάλογος αποθηκευτικού χώρου	88
Εικόνα 32: Φόρμα συμπλήρωσης στοιχείων για δημιουργία λογαριασμού.....	89
Εικόνα 33: Λήψη εφαρμογής και οδηγίες εγκατάστασης.....	89
Εικόνα 34: Δημιουργημένος φάκελος χρήστη στη διαδικτυακή εφαρμογή	90
Εικόνα 35: Πρόσκληση μέλους-χρήστη σε φάκελο κοινής διαχείρισης	91
Εικόνα 36 - Δημιουργία pbworks λογαριασμού.....	93
Εικόνα 37 - Δημιουργία pbworks χώρου.....	94
Εικόνα 38: Εικόνα από το λειτουργικό σύστημα Jolicloud.....	96
Εικόνα 39: Λειτουργικό σύστημα Chrome.....	99

Εικόνα 40: Χαρακτηριστικό γνώρισμα SecureShares του Gbridge για ασφαλή σύνδεση ενός υπολογιστή με άλλον με χρήση του Gtalk..... 101

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) είναι μια αναδυόμενη έννοια. Έχει πολλά ονόματα, μεταξύ των οποίων τα: υπολογιστικό πλέγμα (grid computing), υπολογιστική χρησιμότητα (utility computing) και υπολογιστικότητα κατόπιν ζήτησης (on-demand computing). Ένα από τα κυριότερα εμπόδια για την ανάπτυξη και υιοθέτηση του υπολογιστικού νέφους, είναι η έλλειψη κατανόησης του τι πραγματικά είναι (και τί δεν είναι).

Ο όρος “cloud computing” έχει στον πυρήνα του ένα απλό στοιχείο, το γεγονός ότι οι υπολογιστικές υπηρεσίες παρέχονται μέσω διαδικτύου, κατόπιν απαίτησης, από μια απομακρυσμένη τοποθεσία. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τη γενική αντίληψη που υπήρχε μέχρι σήμερα, ότι δηλαδή οι υπολογιστικές διεργασίες γίνονται μέσω του υπολογιστή μας, της κινητής μας συσκευής ή μέσω του server που διαθέτει μια εταιρεία.

Από τη σκοπιά ενός οργανισμού η χρήση του υπολογιστικού νέφους σημαίνει ότι μεταφέρεται στον πάροχο η υποχρέωση για παρεχόμενες εφαρμογές, υπολογιστική ισχύ και αποθήκευση μέσω του δικτύου.

Με άλλα λόγια, η κεντρική ιδέα του υπολογιστικού νέφους είναι ότι οι υπολογιστικοί πόροι και εφαρμογές/υπηρεσίες είναι ανεξάρτητες του χώρου - τοποθεσίας, δηλαδή δεν παίζει ρόλο που φιλοξενούνται οι πληροφορίες, καθώς και που λαμβάνουν χώρα οι υπολογιστικές διεργασίες. Αυτό καθιστά εφικτό να είναι προσβάσιμες οι υπολογιστικές εργασίες και οι πληροφορίες, ανά πάσα στιγμή και από οποιαδήποτε συσκευή (αρκεί να υπάρχει σύνδεση στο Διαδίκτυο). Επίσης, η έννοια του νέφους σημαίνει, τόσο για τους μεμονωμένους χρήστες όσο και για τους οργανισμούς, ότι οι υπολογιστικοί πόροι είναι συνεχείς, χωρίς να υπάρχει κάποιο διακριτό όριο. Αυτό συμβαίνει επειδή η ευρυζωνικότητα του δικτύου, η αποθήκευση και η υπολογιστική δυνατότητα, μπορούν να αυξηθούν με βάση τις ανάγκες και τη ζήτηση των χρηστών.

Με βάση τις υποθέσεις των αναλυτών, είμαστε σε ένα σημείο καμπής στην εξέλιξη των υπολογιστών. Η ιστορία αποτελείται από μια σειρά από τέτοιες μεταβολές, όπως ήταν η μετάβαση από την εποχή των mainframes στην έλευση των προσωπικών υπολογιστών (και τώρα στη μετάβαση στις κινητές συσκευές και τα netbooks).

Παρόλο που υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με την ταχύτητα και την απόλυτη εμβέλεια του υπολογιστικού νέφους, ένα πράγμα φαντάζει βέβαιο η εργασία όπως την έχουμε συνηθίσει, πολύ σύντομα θα αλλάξει άρδην μορφή λόγω της έλευσης και ανάπτυξης του υπολογιστικού νέφους [1].

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα δοθεί μια πλήρη ερμηνεία των όρων που απαρτίζουν το υπολογιστικό νέφος. Πιο συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο 2, γίνεται μια ιστορική αναδρομή από τη μετάβαση των κεντρικών υπολογιστών ευρείας κλίμακας (mainframes computers) στη σύγχρονη έννοια του cloud computing.

Στο Κεφάλαιο 3, μελετάται η αρχιτεκτονική του υπολογιστικού νέφους και δίνονται κάποια παραδείγματα αυτών. Επίσης, καταμετρούνται τα ιδιαίτερα γνωρίσματα που χαρακτηρίζουν το υπολογιστικό νέφος και γίνεται μια ευρεία αναφορά στα μοντέλα ανάπτυξης που συναντώνται. Αφού εισαχθούν οι βασικές έννοιες, ακολουθεί η ανάλυση των μοντέλων των υπηρεσιών που υπάρχουν στο υπολογιστικό νέφος και γίνεται μια λεπτομερή παρουσίαση των τριών κύριων μοντέλων που διατίθενται σε αυτό. Στο τέλος του εν λόγω κεφαλαίου, παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του cloud computing.

Έπειτα από την ανάλυση των κυρίων κατηγοριών υπολογιστικού νέφους και των χαρακτηριστικών του, στο Κεφάλαιο 4 δίνονται παραδείγματα εφαρμογών του υπολογιστικού νέφους. Σχολιάζονται λεπτομερώς οι τρόποι σύνδεσης των χρηστών στο νέφος, η μεταφορά εφαρμογών στο νέφος, καθώς και οι τύποι εφαρμογών που συναντώνται.

Εν συνεχεία στο Κεφάλαιο 5, παρουσιάζονται παραδείγματα λειτουργικών συστημάτων που τρέχουν στο νέφος. Τέλος στο Κεφάλαιο 6, παρατίθενται κάποια γενικά συμπεράσματα όσον αφορά το ρόλο και τα βασικά συστατικά του υπολογιστικού νέφους.

2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το υπολογιστικό νέφος ως κεντρική ιδέα, τοποθετείται χρονικά στη δεκαετία του 1950, όταν μεγάλης κλίμακας κεντρικοί υπολογιστές (mainframes computers), άρχισαν να διατίθενται σε πανεπιστήμια και επιχειρήσεις, τα οποία ήταν προσβάσιμα μέσω ατομικών τερματικών και αναφέρονταν και ως “χαζά τερματικά” (dumb terminals), επειδή χρησιμοποιούνταν για επικοινωνία αλλά δεν είχαν καμία εσωτερική υπολογιστική ικανότητα. Λόγω του ότι η απόκτηση κεντρικού υπολογιστή ήταν αρκετά δαπανηρή, κατέστη αναγκαίο να βρεθούν μέθοδοι που να μεγιστοποιούν την απόδοση, επιτρέποντας σε πολλούς χρήστες να διαμοιράζονται ταυτόχρονα την πρόσβαση στον κεντρικό υπολογιστή από πολλαπλά τερματικά, καθώς επίσης και να μοιράζονται το χρόνο της CPU, εξαλείφοντας τις περιόδους αδράνειας, κάτι το οποίο έγινε γνωστό στη βιομηχανία των δικτύων ως time-sharing.

Στη δεκαετία του 60, ο John McCarthy εξέφρασε την άποψη ότι οι υπολογιστικοί πόροι μπορούν κάποια μέρα να οργανωθούν ως μια υπηρεσία κοινής ωφελείας¹. Σχεδόν όλα τα σύγχρονα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους (η ελαστική διάταξη, η παρεχόμενη ως υπηρεσία, η ζωντανή σύνδεση, η ψευδαίσθηση του άπειρου χώρου), η σύγκριση με τη βιομηχανία ηλεκτρικής ενέργειας και της χρήσης των δημόσιων, ιδιωτικών, κυβερνητικών και κοινοτικών μορφών, διερευνώνται ενδελεχώς το 1966, μέσα στο βιβλίο του Douglas Parkhill, “The Challenge of the Computer Utility”.

Μια μερίδα ερευνητών, υποστηρίζει ότι το υπολογιστικό νέφος έχει τις ρίζες του στη δεκαετία του 1950, όταν ο επιστήμονας Herb Grosch (που είναι και ο συντάκτης του ομώνυμου νόμου), θεωρούσε ότι ολόκληρος ο κόσμος θα μπορούσε να λειτουργήσει μέσω τερματικών που θα χρησιμοποιούσαν 15 μεγάλα κέντρα δεδομένων. Λόγω της υψηλής αξίας αυτών των πολύ ισχυρών υπολογιστών, πολλοί οργανισμοί αλλά και άλλοι φορείς, θα μπορούσαν να επωφεληθούν από την υπολογιστική ικανότητα αυτών των υπολογιστών, μέσω του διαμοιρασμού του χρόνου. Πολλοί οργανισμοί όπως η GEISCO της GE, η IBM, η Tymshare, η Dial Data και η BBN, διαφήμισαν τον διαμοιρασμό χρόνου ως μια εμπορική κίνηση [2].

Στη δεκαετία του 90, οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών, οι οποίες κατά το παρελθόν πρόσφεραν κατά κύριο λόγο κυκλώματα δεδομένων point-to-point, άρχισαν να προσφέρουν υπηρεσίες

¹ Simson Garfinkel (3 October 2011). ["The Cloud Imperative"](#). *Technology Review* (MIT).

εικονικών ιδιωτικών δικτύων (virtual private network - VPN) με συγκρίσιμη ποιότητα υπηρεσιών, αλλά σε πολύ μικρότερο κόστος. Αλλάζοντας τη κυκλοφορία με σκοπό την εξισορρόπηση της χρήσης του εξυπηρετητή, μπόρεσαν να χρησιμοποιήσουν το συνολικό εύρος ζώνης του δικτύου πιο αποτελεσματικά. Άρχισαν να χρησιμοποιούν το σύμβολο νέφους για να υποδηλώσουν το σημείο οριοθέτησης μεταξύ των ενεργειών που είναι υπεύθυνος ο πάροχος και των ενεργειών που είναι υπεύθυνοι οι χρήστες. Το υπολογιστικό νέφος, επεκτείνει αυτό το όριο για να καλύψει τους εξυπηρετητές, καθώς και την υποδομή του δικτύου².

Με τη πάροδο των χρόνων, η διάδοση των υπολογιστών εξαπλώθηκε και έτσι οι επιστήμονες ήθελαν να διερευνήσουν νέους τρόπους ώστε να είναι διαθέσιμη μεγάλη κλίμακας υπολογιστική ισχύ σε περισσότερους χρήστες μέσω του καταμερισμού του χρόνου, πειραματιζόμενοι με τη χρήση αλγορίθμων, έτσι ώστε να παρέχουν τη βέλτιστη χρήση της υποδομής, της πλατφόρμας και των εφαρμογών με χρήση προτεραιότητας στην πρόσβαση της CPU για την καλύτερη εξυπηρέτηση των τελικών χρηστών [3].

Έπειτα από τη “φούσκα του διαδικτύου” (το οποίο αναφέρεται ως “dot-com bubble” και τοποθετείται χρονικά στη περίοδο 1997 - 2000), η Amazon είχε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του υπολογιστικού νέφους με τον εκσυγχρονισμό των κέντρων δεδομένων τους, τα οποία (όπως άλλωστε τα περισσότερα δίκτυα υπολογιστών) χρησιμοποιούσαν μόλις το 10% της χωρητικότητάς τους σε κάθε χρονική περίοδο, μόνο και μόνο για να αφήσουν χώρο για τυχόν περιστασιακές χρήσεις αιχμής του δικτύου. Μετά από τη διαπίστωση ότι η νέα αρχιτεκτονική νέφους οδήγησε σε σημαντικές εσωτερικές βελτιώσεις της αποτελεσματικότητας, προσθέτοντας νέες λειτουργίες πιο γρήγορα και πιο εύκολα, η Amazon ξεκίνησε μια αναπτυξιακή προσπάθεια για να παρέχει ένα νέο προϊόν (το υπολογιστικό νέφος) σε εξωτερικούς πελάτες. Αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας, ήταν το Amazon Web Service (AWS) το 2006³.

Στις αρχές του 2008, το Eucalyptus έγινε το πρώτο λογισμικό ανοικτού κώδικα, συμβατό με τη πλατφόρμα της AWS, για την ανάπτυξη ιδιωτικών νεφών. Επίσης, στις αρχές του 2008, το OpenNebula, ενισχύεται με χρηματοδοτούμενο πρόγραμμα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

² [July, 1993 meeting report from the IP over ATM working group of the IETF](#)

³ ["Amazon's early efforts at cloud computing partly accidental". IT Knowledge Exchange. Tech Target. 2010-06-17](#)

“RESERVOIR”, και το οποίο εξελίσσεται στο πρώτο λογισμικό ανοιχτού κώδικα για την ανάπτυξη ιδιωτικών και υβριδικών νεφών [4].

Στη διάρκεια του ίδιου έτους, οι προσπάθειες των ερευνητών επικεντρώθηκαν στην παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών για υποδομές βασισμένες σε νέφη, στα πλαίσια προγράμματος το οποίο χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή “IRMOS”, Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος νέφους πραγματικού χρόνου [5].

Περί τα μέσα του 2008, η εταιρεία Gartner είδε μια ευκαιρία για το υπολογιστικό νέφος, να διαχωρίσει τη σχέση μεταξύ των καταναλωτών των υπηρεσιών πληροφορικής, σε εκείνους που χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες πληροφορικής και εκείνους που τις πωλούν⁴. Επίσης, παρατήρησε ότι οι οργανισμοί αλλάζουν από εταιρείες που διαθέτουν τον τεχνολογικό και λειτουργικό εξοπλισμό, σε εταιρείες που ακολουθούν μοντέλα βασισμένα σε υπηρεσίες ανά χρήση.

Τέλος, τη 1^η Μαρτίου 2011, η IBM ανακοίνωσε το πλαίσιο “IBM SmartCloud” για την υποστήριξη του Smarter Planet⁵.

⁴ [Keep an eye on cloud computing](#), Amy Schurr, Network World, 2008-07-08, citing the [Gartner](#) report, "Cloud Computing Confusion Leads to Opportunity"

⁵ [Launch of IBM Smarter Computing](#)

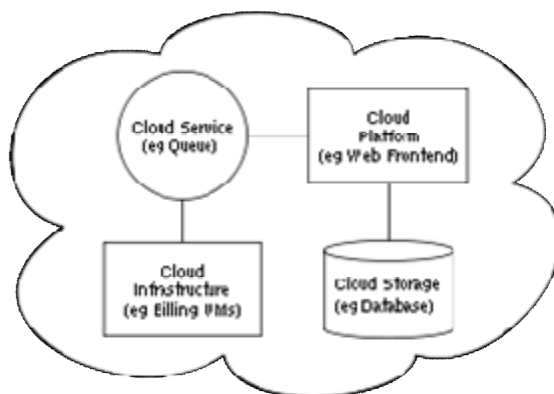
3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ

3.1 Αρχιτεκτονική του Υπολογιστικού Νέφους

Η βασική έννοια της τεχνολογίας υπολογιστικού νέφους τοποθετείται στο 1960 όταν ο John McCarthy πρότεινε ότι “η διαδικασία υπολογισμών των μέσων μηχανημάτων, κάποια μέρα θα οργανωθεί και θα στηθεί σαν μια δημόσια εφαρμογή”. Εφαρμογές όπως είναι η αντιϊκή προστασία μέσω του Internet, τα Google Docs, το Gmail και άλλες εφαρμογές που τρέχουν μέσω Διαδικτύου, είναι εφαρμογές υπολογιστικού νέφους⁶.

Από τη στιγμή που μπορεί ο οποιοσδήποτε χρήστης να νοικιάσει από ένα πάροχο υπηρεσιών, μια υπηρεσία που καλύπτει τις ανάγκες του, τότε έχει γλυτώσει σε πρώτο στάδιο, τόσο την ανάγκη ανάπτυξης όσο και την ανάγκη υποστήριξης της υπηρεσίας. Ειδικότερα, για να μπορέσει να εκτελεστεί σ’ ένα εξυπηρετητή μια υπηρεσία, χρειάζεται να υπάρχει κάποιος διαχειριστής που θα έχει την ευθύνη της σωστής και συνεχιζόμενης παροχής αυτής της υπηρεσίας. Η διαδικασία αυτή προϋποθέτει τόσο τεχνογνωσία όσο και χρόνο. Προκειμένου να μπορέσει να συγκροτηθεί σωστά η υποδομή που θα λειτουργήσει η υπηρεσία, χρειάζεται η ανάλογη προκήρυξη διαγωνισμού για να μπορέσει να βρεθεί η καλύτερη και πιο συμφέρουσα λύση. Αντί λοιπόν να δημιουργηθεί ένας μεγάλος διαγωνισμός με πολλές προτάσεις, διοργανώνεται ένας, ο οποίος θα αφορά μόνο το υπολογιστικό νέφος. Σ’ αυτό το στάδιο, η παροχή της υπηρεσίας γίνεται από λίγους παρόχους. Συνεπώς το όφελος που προκύπτει είναι μεγάλο διότι θα προκύψει ακόμα πιο γρήγορα η εκτέλεση της υπηρεσίας λόγω της μείωσης του χρόνου της γραφειοκρατίας.

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing

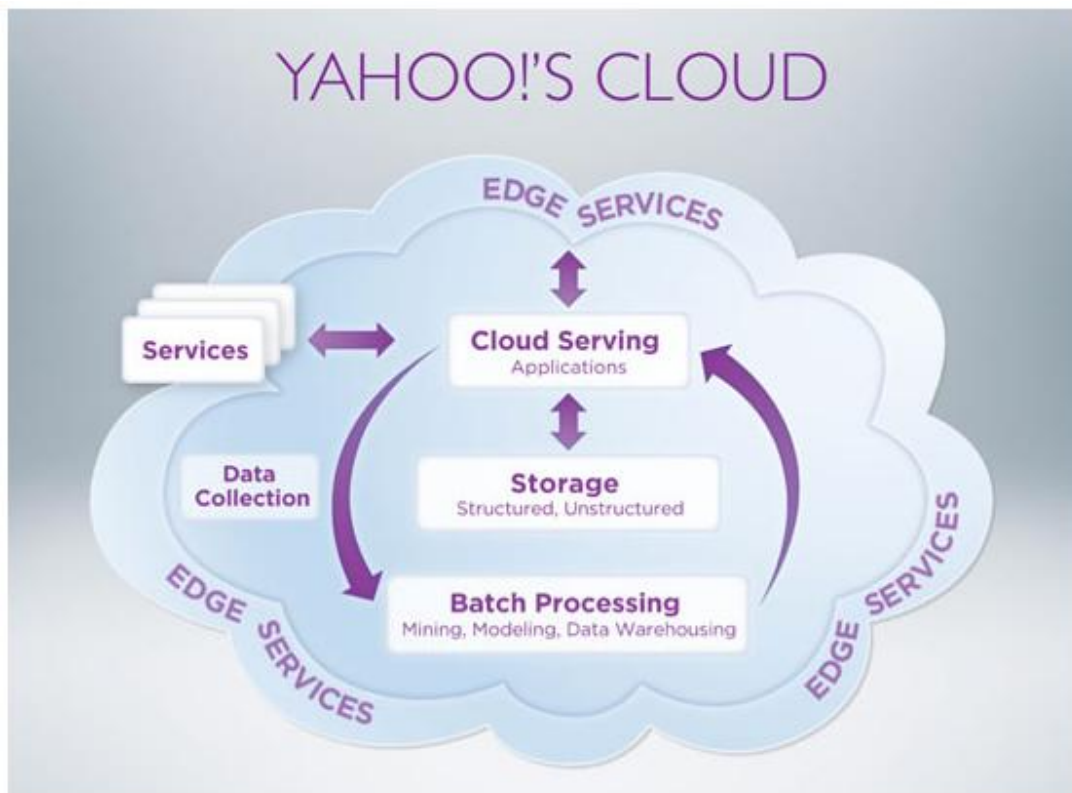


Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική Cloud Computing⁷

Η υποδομή υπολογιστικού νέφους αποτελείται σήμερα από υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω κέντρων δεδομένων που δημιουργούνται σε εξυπηρετητές με διάφορα επίπεδα ψηφιακών τεχνολογιών. Μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους είναι η ελαχιστοποίηση της επενδυτικής δαπάνης των πελατών, η χρησιμοποίηση καλύτερης ποιότητας λογισμικού με χαμηλότερο κόστος και η δυνατότητα των χρηστών να χρησιμοποιούν την υπολογιστική τεχνολογία ασχέτως της θέσης τους ή των εργαλείων που διαθέτουν. Το προβλεπόμενο αποτέλεσμα της ανάπτυξης του υπολογιστικού νέφους είναι η συγκέντρωση υπολογιστικής ισχύος σε λιγότερους χώρους με χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, καθώς και συγκέντρωση λογισμικού σε λιγότερα κέντρα στα οποία η δημιουργία, η συντήρηση και η υποστήριξη του λογισμικού του υπολογιστικού νέφους θα γίνεται παγκόσμια από λιγότερες ομάδες ικανών επιστημόνων. Ενώ το υπολογιστικό νέφος υπόσχεται πολλά οφέλη σε εταιρείες και άτομα, ενέχει μερικούς σοβαρούς κινδύνους που αφορούν στην ασφάλεια των δεδομένων. Το υπολογιστικό νέφος θεωρείται από τους ειδικούς, ως το απώτατο βήμα ολοκλήρωσης της παγκοσμιοποίησης.

Το σύστημα υπολογιστικού νέφους χρησιμοποιεί οριζόντιο τύπο παροχής υπηρεσιών, τον οποίο χρησιμοποιούν οι διάφορες εφαρμογές. Όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα υπάρχουν τρία επίπεδα υπηρεσιών, που είναι οι Batch processing, Storage και Cloud Serving, τα οποία με τη σειρά τους οδηγούν στα edge services.

⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing



Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική Yahoo cloud⁸

Οι υπηρεσίες edge (edge services) με τη σειρά τους, συμβάλουν στη μείωση της καθυστέρησης, καθώς και στη βελτίωση της παράδοσης αποτελεσμάτων και γενικότερα υπηρεσιών στο τελικό χρήστη.

⁸ <http://www.cloudcow.com/content/yahoos-own-public-cloud-architecture-exposed>

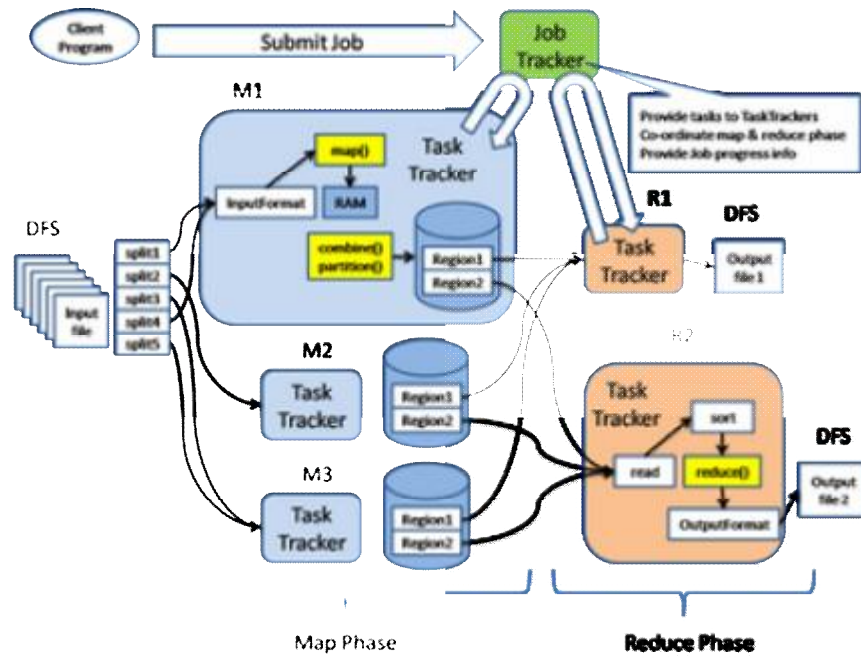
3.1.1 Παραδείγματα Αρχιτεκτονικών

3.1.1.1 Hadoop

Το Hadoop είναι μια εφαρμογή ανοικτού κώδικα για αξιόπιστα, επεκτάσιμα και κατανεμημένα υπολογιστικά συστήματα. Είναι σχεδιασμένο για τη συγγραφή απλοποιημένων προγραμμάτων, καθώς υποκρύπτει λεπτομέρειες και πληροφορίες που σχετίζονται με τη παράλληλη επεξεργασία, την επανεκκίνηση διεργασιών μετά από αποτυχία και τη συλλογή αποτελεσμάτων μετά την υπολογιστική διαδικασία. Για την αποθήκευση χρησιμοποιεί ένα δικό του σύστημα αρχείων (Hadoop File System-HDFS)⁹. Είναι υλοποιημένο σε προγραμματιστικό περιβάλλον java και υποστηρίζει οριζόντια κλιμάκωση, καθώς αυξάνει την αποθηκευτική και υπολογιστική ικανότητα προσθέτοντας εξυπηρετητές.

Μέσα στο νέφος “δουλεύει” μια συστάδα που αποτελείται από 10.000 πυρήνες Linux και παράγει δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην μηχανή αναζήτησης. Αποτελεί τη μεγαλύτερη εφαρμογή Hadoop, η οποία επεξεργάζεται περισσότερα από ένα τρισεκατομμύριο συνδέσμους και 300TB συμπιεσμένων δεδομένων. Αποτέλεσμα αυτής της εφαρμογής, είναι η αύξηση κατά 33% της ταχύτητας.

⁹ Hadoop (2006), <http://lucene.apache.org/hadoop/>



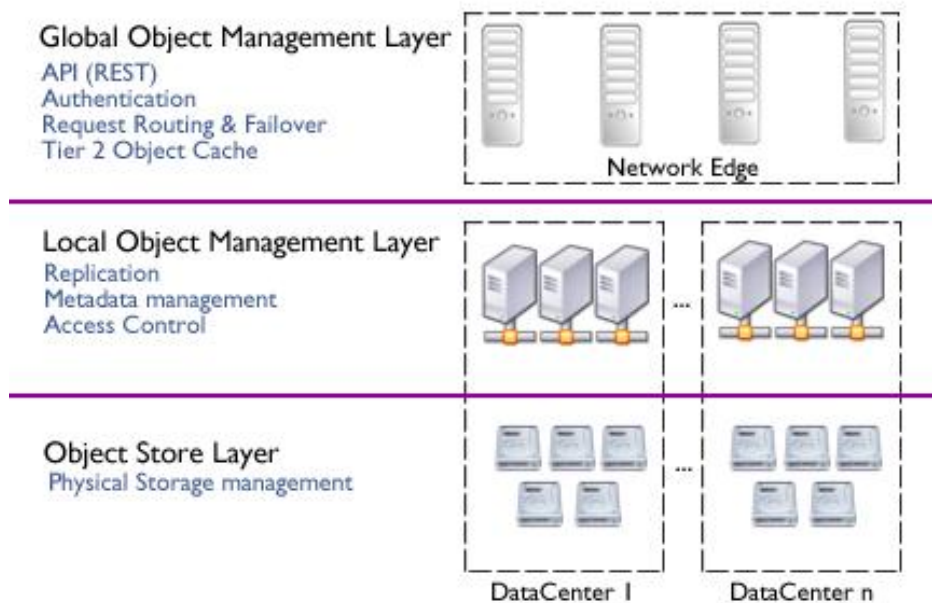
Εικόνα 3: Hadoop¹⁰

¹⁰ <http://www.guruzon.com/6/hadoop-cluster/architecture/how-hadoop-and-mapreduce-works>

3.1.1.2 MObStor

Το MObStor χρησιμοποιείται ως μέσο μη δομημένης αποθήκευσης αρχείων, όπως είναι τα συνημμένα mail και η εφαρμογή διαχείρισης και διαμοιρασμού φωτογραφιών Flickr. Επιπλέον, υποστηρίζει τη κλιμάκωση σχετικά με τον αριθμό των δεδομένων που αποθηκεύονται, αλλά και με τον αριθμό των ερωτήσεων που υποβάλλονται ανά δευτερόλεπτο. Οι εφαρμογές δημιουργούν μια συλλογή από αρχεία, το κάθε αρχείο διακρίνεται από ένα URL. Με βάση το URL γίνεται η διαχείριση αυτών των αρχείων. Επιπροσθέτως παρέχει υπηρεσίες που αφορούν τη διαχείριση αρχείων, όπως για παράδειγμα τα δικαιώματα χρήστη.

Μέσα στο νέφος, οι εφαρμογές διαθέτουν έναν οριοθετημένο χώρο στον οποίο οργανώνουν τα δεδομένα. Επίσης οι εφαρμογές επωφελούνται από την δυνατότητα κλιμάκωσης του αποθηκευτικού χώρου και την αναπαραγωγή ενός μεγάλου αριθμού από αδόμητες πληροφορίες οι οποίες παρέχονται με πολύ μικρή καθυστέρηση στους χρήστες.



Εικόνα 4: MobStor¹¹

¹¹ blog.programmableweb.com/2010/04/28/lessons-from-yahoos-ipad-app-in-the-cloud/

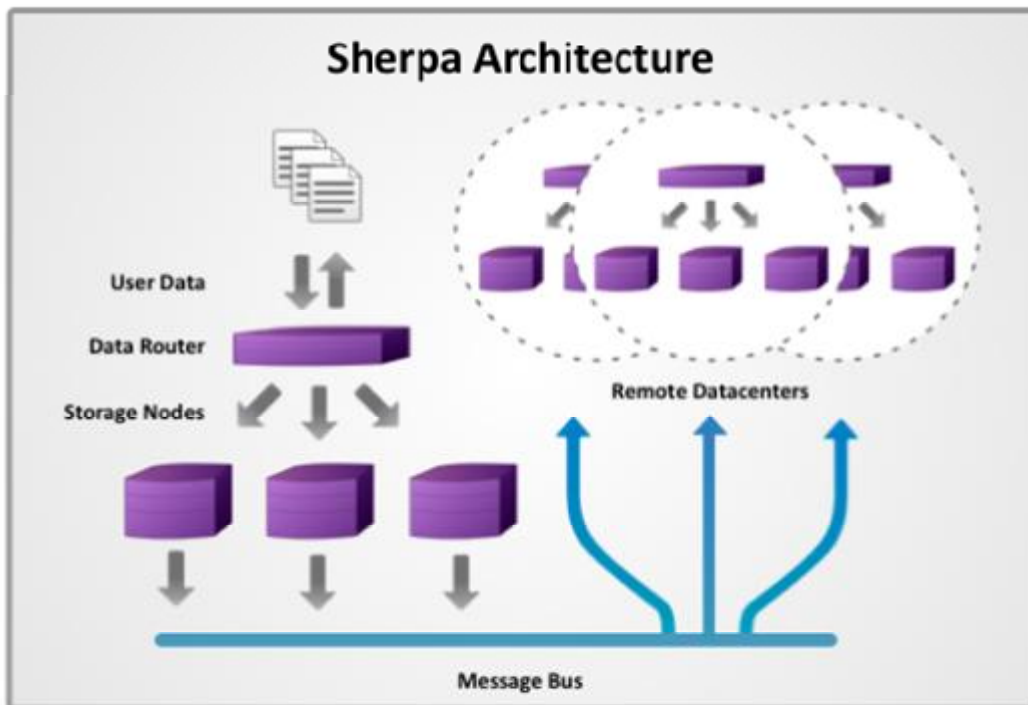
3.1.1.3 Sherpa

Το Sherpa είναι μια πλατφόρμα αποθήκευσης νέφους της Yahoo. Επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων, τα οποία οργανώνονται σε πίνακες εγγραφών, σύμφωνα με το σχεσιακό μοντέλο. Οι εγγραφές που αποθηκεύονται, είναι τύπου blob (binary large object)¹², που επιτρέπει την χρήση δομών. Οι νέες εγγραφές που εισέρχονται στον πίνακα, μπορούν να προστίθενται, χωρίς ωστόσο να σταματάνε οι υπόλοιπες διεργασίες. Επίσης, επιτρέπει στις εφαρμογές να δημιουργούν νέους πίνακες (εφόσον αυτό απαιτείται), ενώ οι σχεσιακές πράξεις που ορίζονται είναι η επιλογή και προβολή.

Με βάση αυτά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που αναφέρθησαν ανωτέρω, το Sherpa μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα online σύστημα στο οποίο υποβάλλονται ερωτήματα, καθώς και προβάλλονται και εισάγονται εγγραφές. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στα πλαίσια του νέφους, μπορεί να συνεργάζεται με άλλες υπηρεσίες. Για παράδειγμα, το Hadoop χρησιμοποιεί το Sherpa για την αποθήκευση δεδομένων όπως τον HDFS και επιπροσθέτως επιτρέπεται η μεταφορά δεδομένων από τον HDFS στο Sherpa. Επίσης ο MobStor χρησιμοποιεί Sherpa για την αποθήκευση μεταδεδομένων¹³.

¹² http://en.wikipedia.org/wiki/Binary_large_object

¹³ <http://www.cs.uoi.gr/>



Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική Sherpa¹⁴

3.1.2 Χαρακτηριστικά

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του υπολογιστικού νέφους συνοψίζονται παρακάτω [6]:

- **Αυτό-εξυπηρέτηση κατόπιν ζήτησης (On-demand Self-service):** Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί μονομερώς υπολογιστικούς πόρους (όπως είναι ο χρόνος του εξυπηρετητή και οι αποθηκευτικοί πόροι δικτύου) αυτόματα και ανάλογα με τις ανάγκες του, χωρίς ωστόσο να απαιτείται διάδραση από τον πάροχο της συγκεκριμένης υπηρεσίας.
- **Ευρεία πρόσβαση δικτύου (Broad Network Access):** Οι δυνατότητες / πόροι είναι διαθέσιμοι μέσω του δικτύου, στο οποίο μπορεί κάποιος να επιτύχει τη πρόσβαση με τη χρήση γνωστών μηχανισμών, οι οποίοι προωθούν τη χρήση ετερογενών τερματικών συσκευών, στην πλευρά του τελικού χρήστη (όπως τα laptops, τα κινητά τηλέφωνα αλλά και τα PDAs).

¹⁴ http://www.hostingtalk.it/yahoo-pensa-ad-una-soluzione-di-storage-nella-cloud_-c000000hb/

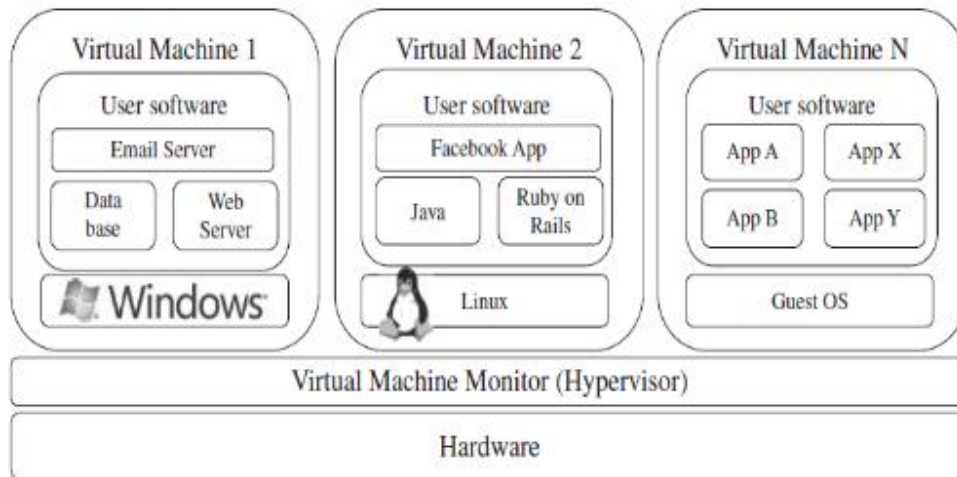
- **Συγκέντρωση πόρων (Resource Pooling):** Οι υπολογιστικοί πόροι του παρόχου είναι συγκεντρωμένοι κατά τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να μπορούν να εξυπηρετηθούν παράλληλα πολλοί χρήστες με τη χρήση του μοντέλου multi-tenant, δηλαδή διαφορετικοί φυσικοί και εικονικοί πόροι, έχουν αντιστοιχηθεί δυναμικά ανάλογα με την ζήτηση του κάθε πελάτη. Πλέον ο χρήστης δεν έχει ούτε τον έλεγχο αλλά ούτε και τη γνώση, για την ακριβή τοποθεσία των παρεχόμενων πόρων, ωστόσο έχει τη δυνατότητα να καθορίσει σε σχετικά αφηρημένο επίπεδο την ακριβή τοποθεσία (όπως χώρα, περιοχή ή data center). Οι προαναφερόμενοι πόροι μπορεί να αναφέρονται σε αποθηκευτικό χώρο, μνήμη, υπολογιστική ισχύ, εύρος ζώνης και εικονικές μηχανές.
- **Ταχεία ελαστικότητα (Rapid Elasticity):** Οι πόροι μπορούν με ευέλικτο (elasticity) τρόπο να αυξηθούν πολύ γρήγορα (rapid). Μάλιστα, σε πολλές περιπτώσεις αυτό επιτυγχάνεται με αυτόματο τρόπο, έτσι ώστε να μην υπάρχει διάδραση με τον πελάτη, με σκοπό την αποφυγή χρονοβόρων διαδικασιών.
- **Υπηρεσία μέτρησης (Measured Service):** Τα συστήματα νέφους διαθέτουν τη δυνατότητα αυτόματου ελέγχου και βελτίωσης των διαθέσιμων πόρων, μέσω της χρήσης ενός μηχανισμού μέτρησης, ανάλογα πάντα με το τύπο της προσφερόμενης υπηρεσίας. Οι πόροι που χρησιμοποιούνται, μπορούν να υπόκεινται σε έλεγχο και παρακολούθηση χωρίς να γίνονται ωστόσο αντιληπτοί από τον πάροχο, αλλά και από τον χρήστη της υπηρεσίας που χρησιμοποιείται.
- **Κοινή χρήση υποδομής (Sharing of Infrastructure):** Το υλικό μέρος (hardware) το οποίο εκτελεί το λογισμικό δεν έχει αντιστοίχιση 1:1. Με άλλα λόγια ο εξυπηρετητής (server) είναι σε θέση να εκτελεί λειτουργίες πολλαπλών εικονικών εξυπηρετητών καθιστώντας εφικτή την εξοικονόμηση πόρων. Συνέπεια αυτής της διαδικασίας είναι οι τελικοί χρήστες, να έχουν περισσότερα οφέλη με τη χρήση λιγότερων πόρων (hardware) και κατ' επέκταση ο πάροχος υπηρεσίας δύναται να πουλήσει τους μη χρησιμοποιούμενους πόρους σε τρίτους.

Κάποια πρόσθετα χαρακτηριστικά που συναντάμε στους παρόχους υπηρεσιών νέφους είναι¹⁵:

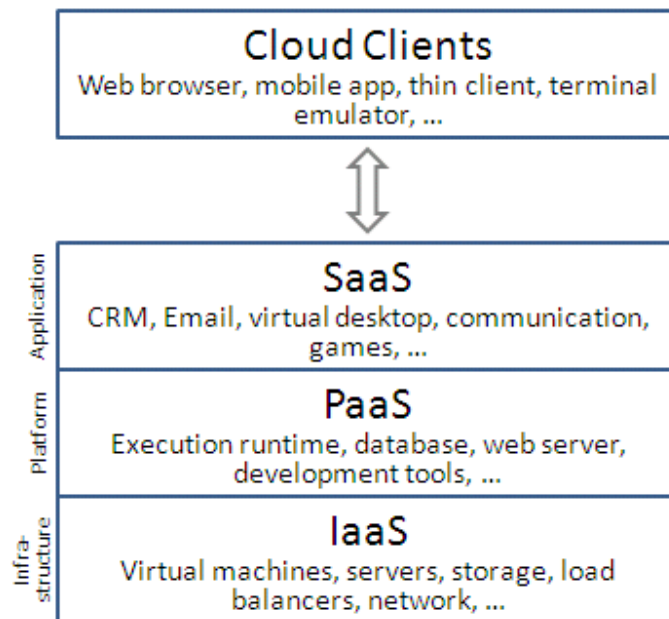
- **Πολύ-μίσθωση (Multitenancy):** Η δυνατότητα υποστήριξης διαφορετικών εφαρμογών.
- **Ελαστικότητα (Elasticity):** Η δυνατότητα λήψης επιπλέον πόρων στις διάφορες εφαρμογές που υποστηρίζονται, καθώς και πλήρη κάλυψη των αναγκών που προκύπτουν.
- **Επεκτασιμότητα και ευελιξία (Scalability):** Η ανακατανομή δεδομένων, καθώς εισάγεται νέο υλικό.
- **Εικονικοποίηση (Virtualization):** Η δυνατότητα εικονικών μηχανών.
- **Πληρωμή ανάλογα με τη ζήτηση πόρων και μέσων και την ανάπτυξη των αναγκών του πελάτη (Pay as you Go / Pay as you Grow).**
- **Δυνατότητα μεταφοράς φορτίου ανάμεσα στους εξυπηρετητές για την αποφυγή υπερφόρτωσης (Load and Tenant Balancing).**
- **Διαθεσιμότητα (Availability):** Συνέχιση λειτουργίας συστήματος ακόμα και σε περίπτωση υψηλών ποσοστών αποτυχίας εξυπηρετητών χωρίς την "πτώση" των υπηρεσιών που παρέχονται.
- **Ασφάλεια (Security):** Μεγάλη ασφάλεια για την αδιάλειπτη λειτουργία των εφαρμογών χωρίς κανένα πρόβλημα.
- **Λειτουργικότητα (Operability):** Δυνατότητα εύκολης διαχείρισης των cloud συστημάτων.
- **Μέτρηση (Metering):** Δυνατότητα παρακολούθησης της χρήσης των πόρων που προσφέρονται καθώς και λήψη ειδοποιήσεων όταν κάποιος πόρος φτάσει σε οριακό σημείο και πρέπει να αυξηθεί.
- **Παγκόσμιο (Global):** Δυνατότητα χρήσης των cloud υπηρεσιών από παντού.

¹⁵ <http://www.netdotworks.gr/cloudservices>

- **Simple APIs:** Διευκόλυνση ανάπτυξης των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται για cloud υπηρεσίες.



Εικόνα 6: Ένας υλοποιημένος εικονικός διακομιστής που φιλοξενεί τρία εικονικά μηχανήματα κάθε ένα από τα οποία τρέχει διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και χρήση στοίβας λογισμικού



Εικόνα 7: Η στοίβα του υπολογιστικού νέφους¹⁶

¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing

3.1.3 Μοντέλα Υπηρεσιών

Λογισμικό νέφους ως υπηρεσία (Cloud Software as a Service - SaaS)

Το λογισμικό νέφους ως υπηρεσία, που συχνά αναφέρεται και ως λογισμικό κατόπιν ζήτησης, σχετίζεται με τη δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη να μπορεί να χρησιμοποιήσει τις εφαρμογές του παρόχου σε μια υποδομή νέφους. Οι προαναφερθείσες εφαρμογές είναι συνήθως προσβάσιμες μέσα από διεπαφές ή εργαλεία που έχει στη διάθεση του ο χρήστης, όπως είναι για παράδειγμα ένας φυλλομετρητής (Internet Browser). Σε ένα SaaS, ο χρήστης δεν δύναται να διαχειριστεί ή να ελέγξει την υποδομή νέφους (η οποία μπορεί να αποτελείται από το δίκτυο, τους εξυπηρετητές, τα λειτουργικά συστήματα, τους αποθηκευτικούς χώρους, καθώς ακόμα και από διάφορες ειδικές δυνατότητες της εφαρμογής, όπως είναι οι περιορισμοί στη παραμετροποίηση της εφαρμογής για τον συγκεκριμένο χρήστη). Τέτοιο παράδειγμα εφαρμογής είναι το web-based mail. Ο τελικός χρήστης δε είναι απαραίτητο ούτε να κατανοήσει αλλά και ούτε να υποστηρίξει τη φιλοσοφία της υπηρεσίας, ωστόσο είναι σε θέση να τη χρησιμοποιήσει μέσα από τη διεπαφή που διαθέτει (συνήθως μέσω του φυλλομετρητή)¹⁷.



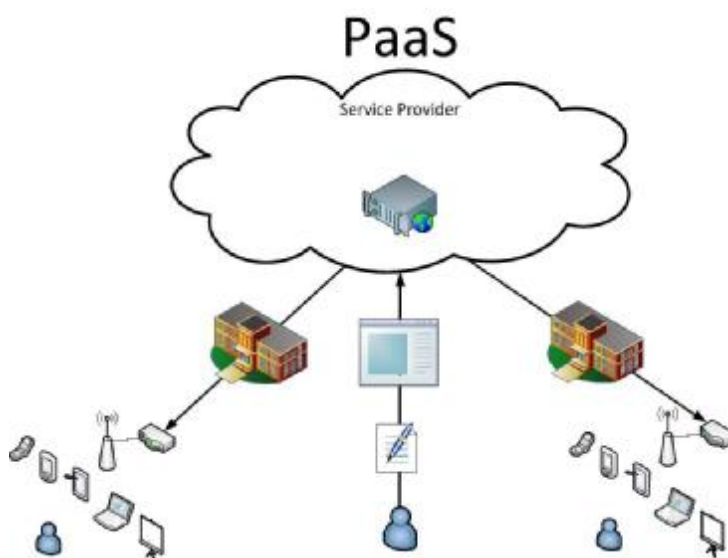
Εικόνα 8: Cloud Software as a Service (SaaS)¹⁸

¹⁷ Software as a Service-from Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Software as a service](http://en.wikipedia.org/wiki/Software_as_a_service)

¹⁸ <http://www.jitterbit.com/solutions/saas-integration-ondemand/>

Πλατφόρμα νέφους ως υπηρεσία (Cloud Platform as a Service - PaaS)

Η πλατφόρμα νέφους ως υπηρεσία είναι μια κατηγορία υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους, η οποία παρέχει ως υπηρεσία μια υπολογιστική πλατφόρμα και μια σειρά λύσεων. Σκοπός του PaaS είναι να δώσει τη δυνατότητα στον χρήστη, να μπορέσει από μόνος του να αναπτύξει εφαρμογές μέσα στην υποδομή του νέφους και οι οποίες (οι εφαρμογές) δημιουργούνται με τη χρήση μιας συμβατής γλώσσας προγραμματισμού, καθώς και με τη χρήση εργαλείων τα οποία υποστηρίζονται από τον πάροχο της υπηρεσίας. Ο χρήστης και σε αυτή την περίπτωση δεν ελέγχει ή διαχειρίζεται την υποδομή του νέφους, ωστόσο έχει τον πλήρη έλεγχο της εφαρμογής που αναπτύσσει και επίσης του δίνεται η δυνατότητα παραμετροποίησης του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται η εφαρμογή. Οι πάροχοι υπηρεσιών PaaS, συνήθως προσφέρουν μια ομαδοποίηση λογισμικού και υποδομής υπό τη μορφή προγραμματιζόμενου περιβάλλοντος. Στον τελικό χρήστη παρέχεται το «νέφος» στο οποίο ο χρήστης μπορεί να αναπτύξει και να φιλοξενήσει τις δικές του εφαρμογές ή υπηρεσίες¹⁹.



Εικόνα 9: Cloud Platform as a Service (PaaS)²⁰

¹⁹ Platform as a Service-from Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Platform as a service](http://en.wikipedia.org/wiki/Platform_as_a_service)

²⁰ <http://edutechassociates.net/2011/02/23/cloud-watching-1-cloud-101/>

Υποδομή νέφους ως υπηρεσία (Cloud Infrastructure as a Service - IaaS)

Στην υποδομή νέφους ως υπηρεσία, το πιο βασικό και σύνηθες μοντέλο υπηρεσίας νέφους που προσφέρουν οι πάροχοι IaaS, είναι η δυνατότητα που δίνεται στον χρήστη να έχει τον έλεγχο βασικών υπολογιστικών πόρων (φυσικών ή εικονικών που είναι και το πιο σύνηθες) και εφαρμογών. Ο χρήστης της υπηρεσίας, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, δεν έχει τη δυνατότητα να ελέγξει την υποδομή του νέφους, ωστόσο του δίνεται η δυνατότητα να ελέγξει το λειτουργικό σύστημα, τον αποθηκευτικό χώρο, καθώς επίσης και τις αναπτυσσόμενες εφαρμογές. Επίσης, είναι πολύ πιθανόν ο χρήστης να έχει περιορισμένο έλεγχο κάποιων δικτυακών πόρων (όπως για παράδειγμα το firewall)²¹.



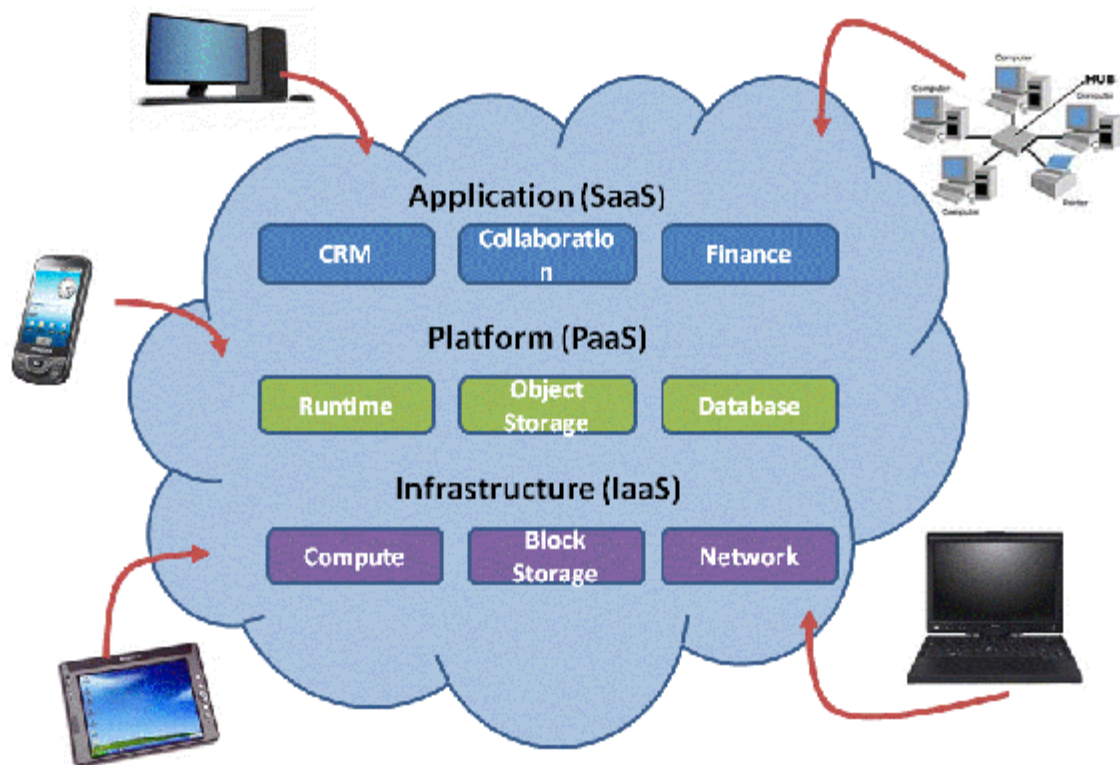
Εικόνα 10: Cloud Infrastructure as a Service (IaaS)²²

²¹ Infrastructure as a Service-from Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Infrastructure as a Service#Infrastructure](http://en.wikipedia.org/wiki/Infrastructure_as_a_Service#Infrastructure)

²² <http://www.tomsitpro.com/articles/laaS-PaaS-SaaS-SECaaS-DaaS,5-35-2.html>

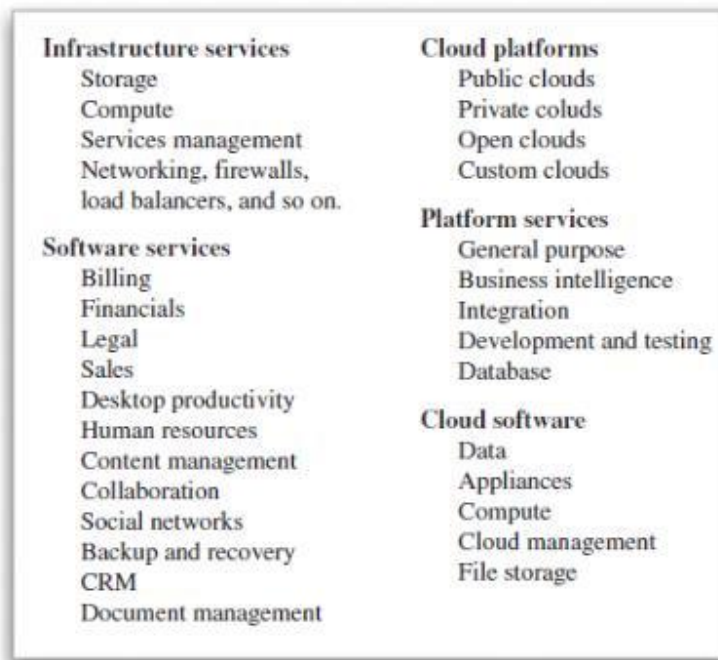
Παρακάτω παρουσιάζονται 4 συγκεντρωτικές εικόνες που περιέχουν

- Το σύνολο των αρχιτεκτονικών του υπολογιστικού νέφους (βλ. εικόνα 11)
- Τις κατηγορίες των προσφερόμενων υπηρεσιών ανάλογα με τον τύπο του νέφους που χρησιμοποιείται (Υπηρεσίες υποδομής, Πλατφόρμες νέφους, Υπηρεσίες λογισμικού, Υπηρεσίες πλατφόρμας καθώς και Λογισμικό νέφους) (βλ. εικόνα 12)
- Οι προσφερόμενες υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους με βάση το μοντέλο μαζί (βλ. εικόνα 13) και
- Την ιεραρχία των υπηρεσιών νέφους, από τη χαμηλότερη βαθμίδα (δηλαδή τους δημιουργούς του δικτύου) μέχρι τους τελικούς χρήστες (βλ. εικόνα 14)

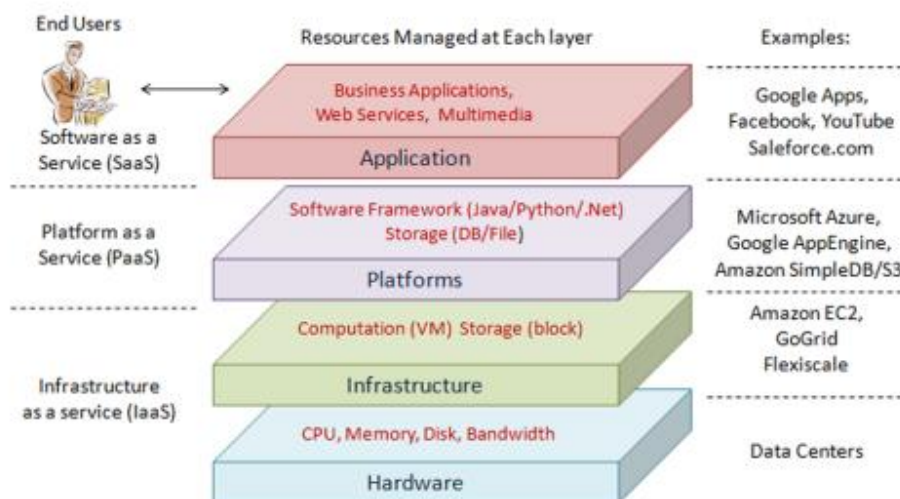


Εικόνα 11: Αρχιτεκτονικές μοντέλων υπηρεσιών Cloud Computing²³

²³ <http://dcecomm.wordpress.com/2012/01/06/borgs-eye-view-of-cloud-computing/>

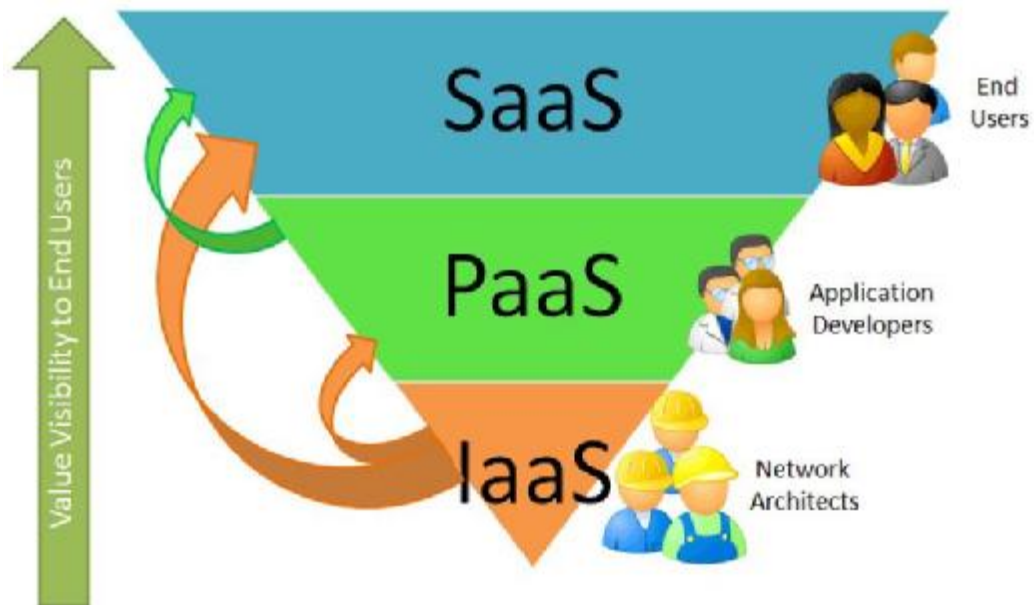


Εικόνα 12: Κατηγορίες προσφερόμενων υπηρεσιών ανάλογα με τον τύπο του cloud



Εικόνα 13: Οι προσφερόμενες υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους με βάση το μοντέλο²⁴

²⁴ <http://www.solutionext.co.uk/?p=158>



Εικόνα 14: Ιεραρχία cloud υπηρεσιών²⁵

²⁵ <http://www.smartcloud.ie/cloud-computing.html>

3.1.4 Μοντέλα Ανάπτυξης

3.1.4.1 Private cloud

Στο ιδιωτικό νέφος (private cloud) η υποδομή του νέφους λειτουργεί αποκλειστικά για ένα μόνο οργανισμό. Η υποδομή μπορεί να διαχειρίζεται είτε εσωτερικά από τον ίδιο τον οργανισμό, είτε από ένα τρίτο μέρος. Επίσης, μπορεί να φιλοξενηθεί στις εσωτερικές υποδομές του οργανισμού (εν αντιθέσει με τα δημόσια νέφη (Public Clouds) τα οποία και θα εξεταστούν παρακάτω) είτε σε εξωτερικές υποδομές.

Για την ανάπτυξη ενός ιδιωτικού νέφους, απαιτείται ένα σημαντικό επίπεδο και βαθμός εμπλοκής για την εικονικοποίηση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος και απαιτείται από την επιχείρηση να επανεκτίμησει τις αποφάσεις της σχετικά με τους υπάρχοντες πόρους. Η υποδομή και σχεδίαση του ιδιωτικού νέφους απελευθερώνει τους οργανισμούς από τους περιορισμούς του δημόσιου νέφους, που μόνο αρνητικά λειτουργούν σε αυτό το μοντέλο νέφους. Τα ιδιωτικά νέφη είναι πιο περιορισμένα σε σχέση με τα αντίστοιχα δημόσια, ωστόσο ικανοποιούν εκείνες τις ανάγκες που τα δημόσια δεν είναι σε θέση να καλύψουν [7].

Ένα ακόμα πλεονέκτημα που έχουν τα ιδιωτικά νέφη εν συγκρίσει με τα δημόσια, είναι ότι κάποια από τα θέματα ασφάλειας που συναντώνται στα δημόσια νέφη, δεν υφίστανται στα ιδιωτικά. Το γεγονός ωστόσο ότι αναφερόμαστε σε ιδιωτικά, δεν σημαίνει ότι είναι απαραίτητα και πιο ασφαλή. Όπως είναι επόμενο, στα ιδιωτικά νέφη, οι εκτιμήσεις και οι προβλέψεις σχεδιασμού (όπως είναι η εξασφάλιση του εικονικού περιβάλλοντος, που αποτελείται από το λογισμικό, το φυσικό υλικό (hardware), και το firmware) είναι ευθύνη του πελάτη, αντίθετα στο δημόσιο νέφος αυτά είναι ευθύνη του παρόχου της υπηρεσίας.

Εν κατακλείδι, μπορεί να ειπωθεί ότι δεν μπορούν να γίνουν γενικεύσεις σχετικά με το ποιο από τα δύο μοντέλα είναι ασφαλέστερο, σαφέστατα όμως στο ιδιωτικό νέφος προσφέρεται η δυνατότητα επίτευξης μεγαλύτερης ασφάλειας. Ωστόσο, το πραγματικό πλεονέκτημα του ιδιωτικού νέφους, παραμένει το γεγονός ότι ο πάροχος έχει πρωταρχικό του σκοπό να προσαρμόσει το περιβάλλον διεπαφής στις ανάγκες του εκμισθωτή – οργανισμού [8].

3.1.4.2 Public cloud

Ένα νέφος ονομάζεται δημόσιο (public cloud) όταν οι υπηρεσίες του είναι διαθέσιμες μέσω ενός δικτύου για δημόσια χρήση. Από τεχνικής άποψης δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ του δημοσίου και του ιδιωτικού νέφους όσον αφορά την αρχιτεκτονική.

Οι πιο κοινές μορφές δημοσίου νέφους που συναντώνται, είναι εκείνες που είναι προσβάσιμες μέσω του διαδικτύου. Λόγω της σημαντικής ανάπτυξης που έχει σημειωθεί στα δημόσια νέφη τα τελευταία χρόνια, υπάρχει πλέον μεγάλη προσφορά σε υπηρεσίες τύπου IaaS από μεγάλους οργανισμούς, όπως είναι η EC2 της Amazon, η BlueCloud της IBM και η Rackspace cloud offering. Επίσης, πολλοί οργανισμοί προσφέρουν υπηρεσίες PaaS μέσω των δημοσίων νεφών, όπως είναι το AppEngine και το Windows Azure της Google.

Τα δημόσια νέφη έχουν κάποια ιδιαίτερα και μοναδικά στοιχεία ασφάλειας, αλλά και κριτήρια αξιολόγησης σε σύγκριση με τα ιδιωτικά νέφη. Ο κύριος λόγος που ισχύει κάτι τέτοιο, είναι το γεγονός ότι τα δημόσια νέφη διαμορφώνονται από τους παρόχους υπηρεσιών, οι οποίοι με τη σειρά τους θέλουν μια μεγάλης δυναμικότητας υποδομή καθώς απευθύνονται σε ένα ευρύ φάσμα πελατών. Ως εκ τούτου τα δεδομένα αποθηκεύονται σε κοινά μέσα αποθήκευσης, με συνέπεια η κωδικοποίηση των δεδομένων να είναι απαραίτητα προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ασφάλεια²⁶.

3.1.4.3 Hybrid cloud

Το υβριδικό νέφος (hybrid cloud) είναι μια σύνθεση από δύο ή και περισσότερα νέφη (private, public ή community) τα οποία παραμένουν ως ξεχωριστές οντότητες αλλά συνδυάζονται ώστε να προσφέρουν τα οφέλη των πολλαπλών μοντέλων ανάπτυξης. Αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού είναι η φορητότητα των δεδομένων αλλά και των εφαρμογών για την εξισορρόπηση του φορτίου μεταξύ των νεφών.

Τα υβριδικά νέφη διαμορφώνονται από τους οργανισμούς που δημιουργούν ιδιωτικά νέφη, και οι οποίοι θέλουν με κάποιο τρόπο οι κοινότητες τους να έχουν διασύνδεση με τα δημόσια νέφη τους για προκαθορισμένους σκοπούς. Αυτή η διασύνδεση μεταξύ ιδιωτικού και δημοσίου

²⁶ <http://blogs.idc.com/ie/?p=190>

νέφους δημιουργεί το υβριδικό νέφος. Είναι γεγονός ότι ένα υβριδικό νέφος μπορεί να αποτελείται από τη σύνθεση τριών νεφών (ιδιωτικό, δημόσιο και κοινότητας) [7].

3.1.4.4 Community cloud

Το νέφος κοινότητας (community cloud) μοιράζεται την υποδομή μεταξύ διαφόρων οργανισμών από μια συγκεκριμένη κοινότητα με κοινούς προβληματισμούς (ασφάλειας, λειτουργικότητας, αρμοδιότητας, κτλ). Επιπλέον, μπορεί να διαχειρίζεται είτε από ένα οργανισμό είτε από κάποιον εξωτερικό πάροχο και μπορεί να φιλοξενείται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά του οργανισμού.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό των νεφών κοινοτήτων, είναι ότι κόστη/κέρδη μοιράζονται σε λιγότερους χρήστες απ' ότι σε ένα δημόσιο νέφος, αλλά σε περισσότερους απ' ότι σε ένα ιδιωτικό. Έτσι αποφεύγει την ασφάλεια και τις όποιες ρυθμιστικές ανησυχίες μπορούν να υπάρξουν σ' ένα δημόσιο νέφος που δεν τα έχει προβλέψει στο SLA του. Το πρότυπο αυτό είναι ιδιαίτερα πρόσφορο σε επιχειρήσεις που υπόκεινται σε ρυθμιστικές συμμορφώσεις ή περιορισμούς. Τα διάφορα νέφη κοινότητας θεωρούνται από τις Η.Π.Α. αλλά και από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως τοπικά επίπεδα, υπό την έννοια ότι υπάρχουν πολλαπλά οφέλη και στα δύο ως μεμονωμένες οντότητες όπως επίσης και συλλογικά [7,8].

3.1.5 Διαχείριση των δεδομένων στο νέφος

Μέσα σε ένα νέφος, η διαχείριση των δεδομένων μπορεί να ποικίλει όσον αφορά την εφαρμογή της. Η αποθήκευση, η ανάκτηση και η απόκτηση των δεδομένων εξαρτάται από τη χρήση αλλά και από τις ίδιες τις απαιτήσεις των δεδομένων. Σε πολύ χαμηλό επίπεδο μπορεί να γίνει χρήση των συμβατικών μέσων αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση Βάσεων Δεδομένων (RDMS) και αρχειακών συστημάτων (File Based) ή ακόμα και με τη χρήση νέων τεχνολογιών όπως είναι τα Persistent Clouds και MapReduce (για διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων). Πρέπει να σημειωθεί ότι πρωτεύοντα ρόλο στη διαχείριση αυτών των δεδομένων αλλά και εφαρμογών, έχουν τα μεταδεδομένα (MetaData). Στη διάρκεια της διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων, με διαφορετικές απαιτήσεις ως προς την ασφάλεια, την ακεραιότητα και τη σπουδαιότητα ενδείκνυται η χρήση των μεταδεδομένων, καθότι αποτελεί πιο ασφαλή και ευέλικτο τρόπο για την «ερμηνεία» των απαιτήσεων των δεδομένων στα πιο κάτω επίπεδα.

Η χρήση υπηρεσιών αντικειμενοστραφούς αρχιτεκτονικής (Service Oriented Architectures - SOA) στα συστήματα νεφών είναι ευρέως διαδεδομένη, τόσο για τη διαχείριση των εφαρμογών, όσο και για των δεδομένων. Ειδικότερα, η χρήση των υπηρεσιών ιστού είναι ευρέως διαδεδομένη για τη διαχείριση των δεδομένων ενός νέφους υποδομής IaaS, όπως επίσης και για τη διαχείριση εφαρμογών νέφους υποδομής SaaS.

3.2 Μοντέλα εφαρμογών και υπηρεσιών στο υπολογιστικό νέφος

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το υπολογιστικό νέφος αποτελεί μια νέα προσέγγιση στο χώρο των καταναμημένων συστημάτων. Αυτό συμβαίνει μιας και χρησιμοποιεί επιπλέον κάποιες υφιστάμενες τεχνολογίες.

Κύρια επιδίωξή του είναι, η παροχή πόρων υπό τη μορφή υπηρεσίας στους χρήστες του συστήματος, πόροι όπως είναι η υπολογιστική ισχύ (CPU), η αποθηκευτική δυνατότητα (storage) κ.ά. Βέβαια υπολογιστικό νέφος δεν μπορεί να αποτελέσει το κάθε σύστημα το οποίο αναθέτει υπολογιστικές και αποθηκευτικές υπηρεσίες εξωτερικά²⁷.

3.2.1 Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS)

Αυτό το μοντέλο δίνει πρόσβαση σε εικονικές πλατφόρμες, που περιλαμβάνουν τα μηχανήματα, το δίκτυο και αποθηκευτικά μέσα. Με αυτή τη μορφή, οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν το δικό τους cluster πάνω στον οποίο είναι οι ίδιοι υπεύθυνοι στο να εγκαταστήσουν, να διατηρήσουν και να τρέξουν την δική τους στοίβα από εφαρμογές.

Η υποδομή είναι το χαμηλότερο επίπεδο, και είναι ένα μέσο για να παρέχετε η επεξεργασία, η αποθήκευση, το δίκτυο και άλλοι βασικοί υπολογιστικοί πόροι σαν δεδομένες υπηρεσίες δια μέσω του δικτύου. Οι εξυπηρετητές, τα αποθηκευτικά συστήματα, οι δρομολογητές και άλλα συστήματα, χειρίζονται διάφορους τύπους φόρτου εργασίας, από μια σειρά προγραμμάτων που εκτελούνται χωρίς παρέμβαση χρήστη μέχρι και την αποθήκευση στον εξυπηρετητή σε φορτία αιχμής. Οι πάροχοι του νέφους μπορούν να εφαρμόσουν και να τρέχουν λειτουργικά συστήματα και λογισμικό για το υποκείμενο υλικό τους (hardware) [9].

²⁷ <http://www.interworks.biz/cloudcomputing.el.aspx>

3.2.1.1 Cloud Desktop

Με την έλευση του Cloud Desktop, το παραδοσιακό και γνωστό σε όλους μας desktop αλλάζει μορφή. Οι συνθήκες του σύγχρονου εργασιακού περιβάλλοντος, επιτάσσουν την ανάγκη για μείωση του κόστους, καθώς και για ευέλικτη εργασία από παντού. Οι υπηρεσίες Cloud Desktop και Cloud Office οι οποίες προσφέρονται από ολοένα και περισσότερους παρόχους, δίνουν τη δυνατότητα ευελιξίας στους οργανισμούς και εγγυώνται μέγιστη δυνατή ασφάλεια και αξιοπιστία.

Το περιβάλλον εργασίας μέσω του νέφους αφαιρεί την ανάγκη του παραδοσιακού υπολογιστή γραφείου και ουσιαστικά μηδενίζει το κόστος συντήρησής τους. Ένα περιβάλλον εργασίας νέφους είναι και λειτουργεί όπως ένας κανονικός υπολογιστής γραφείου, με το λογισμικό και τα δεδομένα του να βρίσκονται σε απομακρυσμένα, ιδιαίτερα ασφαλή κέντρα δεδομένων.

Οι χρήστες μπορούν, με απλό τρόπο, να έχουν πρόσβαση στο περιβάλλον εργασίας τους από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου, μέσω μιας σύνδεσης με το διαδίκτυο, χρησιμοποιώντας είτε ένα υπάρχον PC είτε ένα laptop είτε, για μέγιστη οικονομία, μια ιδιαίτερη συσκευή αποκαλούμενη thin client.



Εικόνα 15: Cloud Desktop²⁸

²⁸ <http://mobilityjourney.com/2010/09/01/vmware-end-user-computing/>

3.2.1.2 Cloud Servers

Οι εξυπηρετητές νέφους (cloud servers) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη φιλοξενία κρίσιμων εφαρμογών, δυναμικών ιστοσελίδων, λύσεις ηλεκτρονικού εμπορίου και βάσεις δεδομένων της επιχείρησης. Με την χρήση των εξυπηρετητών νέφους, αποφεύγονται τα κόστη απόκτησης και συντήρησης υποδομών IT²⁹.

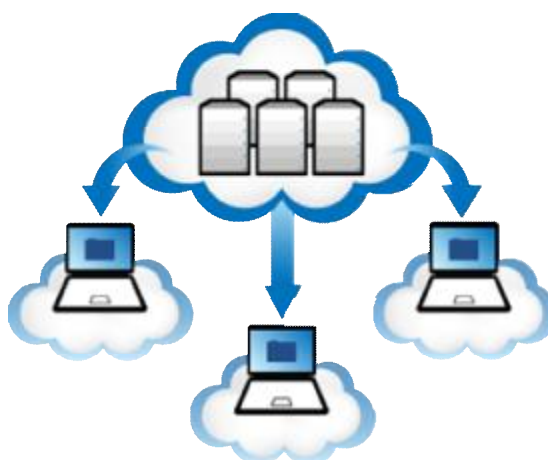
Οι Cloud Servers αποτελούν την εξέλιξη των Dedicated / VPS Servers. Οι επιπλέον δυνατότητες που προσφέρονται με τους εξυπηρετητές νέφους, έναντι των κοινών (Dedicated ή Virtual Private servers), συνοψίζονται στα εξής:

- **Failover:** Αναφέρεται στη δυνατότητα αυτόματης λειτουργίας ενός άλλου εξυπηρετητή νέφους, σε περίπτωση δυστοκίας του βασικού εξυπηρετητή νέφους.
- **Escalating & Cluster:** Η δυνατότητα συνδυασμού δύο ή περισσότερων εξυπηρετητών νέφους, με συνέπεια μια σταθερή εικονική δομή servers, που σκοπό έχει την εξυπηρέτηση πολύπλοκων εφαρμογών και μεγάλου όγκου χρηστών.
- **Dedicated Resources:** Αποκλειστική χρήση και διαθεσιμότητα ενός πόρου, αποκλειστικά από έναν προκαθορισμένο εξυπηρετητή νέφους.

Επιπροσθέτως, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ενός εξυπηρετητή νέφους με τα χαρακτηριστικά που επιθυμεί ο πελάτης.

Οι εξυπηρετητές νέφους είναι η επόμενη γενιά εξυπηρετητών, οι οποίοι απαρτίζουν σήμερα ένα τυπικό κέντρο υπολογιστών. Μέσω του διαδικτύου παρέχονται οι απαραίτητοι πόροι για να δημιουργηθεί ένας διακομιστής, ο οποίος με την σειρά του είναι πλήρως επεκτάσιμος. Με την έννοια επεκτάσιμος εννοούμε ότι τα χαρακτηριστικά του διακομιστή, όπως είναι η μνήμη ή ο επεξεργαστής του, μπορούν να αλλάξουν δυναμικά οποιαδήποτε στιγμή για να καλύψουν μόνιμες ή περιστασιακές ανάγκες μίας εταιρείας χωρίς να χρειάζεται να επιβαρυνθεί οικονομικά η εταιρεία για εξοπλισμό που δεν της είναι συνεχώς απαραίτητος. Ακόμη και στις περιπτώσεις που ο διακομιστής χρειάζεται αλλαγή, όταν βρίσκεται στο νέφος, αντιμετωπίζεται ως μία επέκταση εκμηδενίζοντας έτσι όλα τα κόστη υπηρεσιών που θα χρειαζόντουσαν σε κάθε άλλη περίπτωση.

²⁹ Washington Post Case Study: Amazon Web Services [online]. Available from: <http://aws.amazon.com/solutions/case-studies/washington-post/>



Εικόνα 16: Cloud Servers³⁰

3.2.1.3 Οφέλη πελατών

Τα οφέλη που αποκομίζουν οι πελάτες χρησιμοποιώντας το μοντέλο IaaS είναι

- Μείωση κόστους σε επίπεδο IT
- Επικέντρωση του IT σε παραγωγικές εργασίες
- Αύξηση παραγωγικότητας των χρηστών αφού πλέον μπορούν να έχουν πρόσβαση στα αρχεία τους από οπουδήποτε και από οποιαδήποτε συσκευή
- Μικρότερες απαιτήσεις σε πόρους Η/Υ
- Επιλογή configuration
- Επιλογή είτε ενός απλού Cloud Desktop με πόρους (RAM/CPU/Storage) διαθέσιμους ανά πάσα στιγμή είτε τις εκδόσεις Cloud Office οι οποίες περιέχουν και προ-εγκατεστημένο Office λογισμικό. Όλες οι εκδόσεις διαθέτουν προ-εγκατεστημένο λειτουργικό.

³⁰ <http://webhostingserviceindia.blogspot.gr/search/label/cloud%20servers>

3.2.1.4 Υπηρεσίες φιλοξενίας συστημάτων πελατών (Colocation)

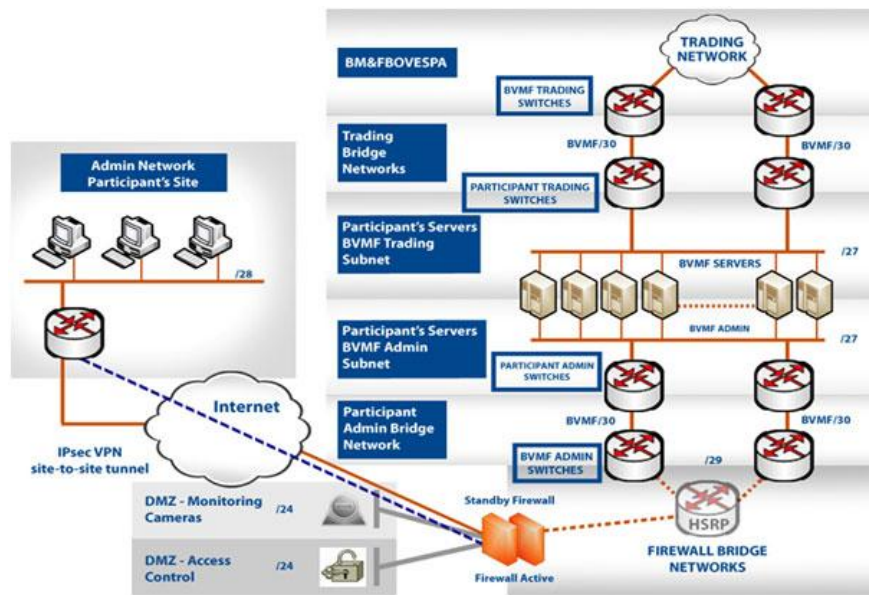
Για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να εντάξουν το δικό τους υλικό σε μια οργανωμένη υποδομή ενός κέντρου δεδομένων με ελεγχόμενες συνθήκες περιβάλλοντος, επαρκή χώρο φιλοξενίας και μέγιστη ασφάλεια, υπάρχει η επιλογή Colocation³¹.

Ο πελάτης έχει την δυνατότητα να στεγάσει τον δικό του εξυπηρετητή μέσα στο κέντρο δεδομένων και να απαλλαγθεί από έννοιες όπως ασφάλεια, έλεγχος, διαχείριση, αποθήκευση κ.α. Τα προαναφερθέντα στοιχεία κριτικής σημασίας για τις επιχειρήσεις, καθώς η απώλεια δεδομένων είναι σημαντικότερο θέμα, ανεξαρτήτως μεγέθους εταιρίας. Η απώλεια δεδομένων σε έναν οργανισμό μπορεί να προκύψει από διάφορα φυσικά αίτια (πυρκαγιά, σεισμό, κτλ) ή μη.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του collocation, εν συντομία είναι:

- ευελιξία
- εξοικονόμηση χρημάτων
- ασφάλεια
- ελεγχόμενο περιβάλλον
- backup

³¹ Amazon.com CEO Jeff Bezos on Animoto [online]. April 2008. Available from: <http://blog.animoto.com/2008/04/21/amazon-ceo-jeff-bezos-on-animoto/>



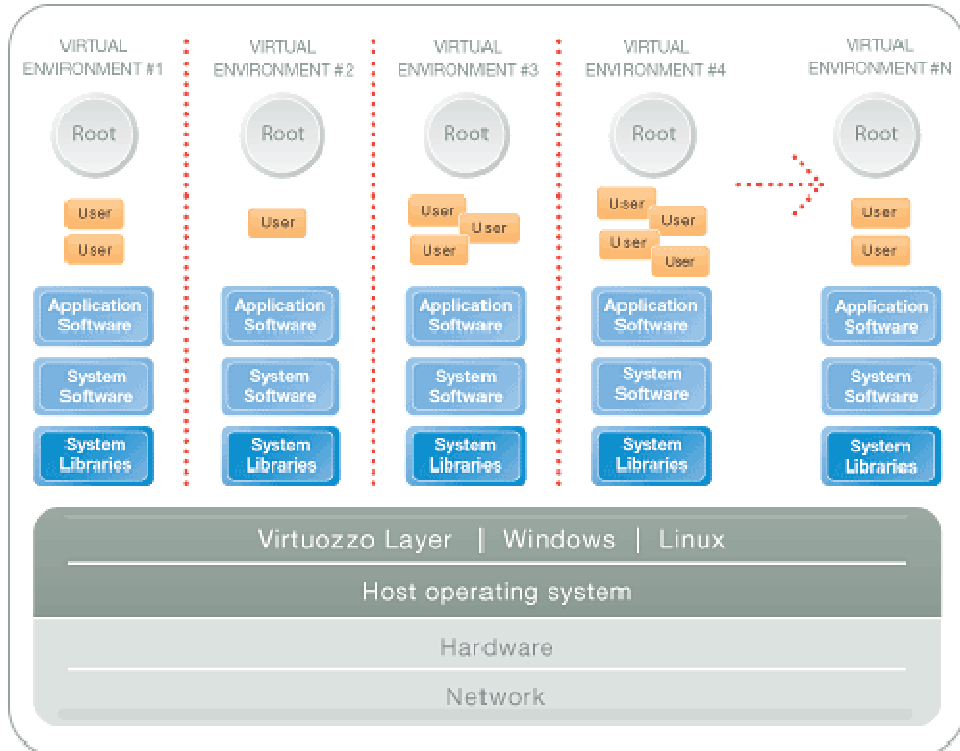
Εικόνα 17: Υπηρεσίες φιλοξενίας συστημάτων πελατών (Colocation)³²

3.2.1.5 Virtual Private Servers (VPS)

Ένας Ιδιωτικός Εικονικός Εξυπηρετητής (Virtual Private Server - VPS) είναι ένα περιβάλλον φιλοξενίας όπου μπορεί να γίνει καταμερισμός ενός εξυπηρετητή (server) σε επιμέρους τμήματα. Όλες οι δυνατότητες ενός εξυπηρετητή (ισχύς επεξεργαστών, μνήμη, ταχύτητα δίσκων, bandwidth) διαιρούνται και μοιράζονται σε όλους τους Virtual Private Servers ξεχωριστά. Ο κάθε VPS τρέχει αυτόνομα το δικό του λειτουργικό σύστημα, μέσα σε ένα ασφαλές και απομονωμένο περιβάλλον, το οποίο δεν μπορεί να προσπελαστεί αλλά ούτε και να διακοπεί από τους γειτονικούς VPS.

Έτσι μπορούν να επιτευχθούν υπηρεσίες του ίδιου επιπέδου, κυρίως για όσες εταιρίες επιθυμούν αυτόνομα λειτουργικά συστήματα για ασφάλεια και σταθερότητα. Ακόμη έχουμε εξοικονόμηση χρημάτων, εφόσον επιμερίζονται οι πόροι καθώς και εγγυημένη απόδοση/εύκολη διαχείριση.

³² <http://www.bmfbovespa.com.br/>



Εικόνα 18: Virtual Private Servers (VPS)³³

³³ http://www.powervps.com/cpanel-plesk-vps_what.aspx

3.2.2 Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS)

Το υπολογιστικό νέφος μας δίνει πρόσβαση σε υπολογιστική δυνατότητα ως υπηρεσία και όχι σαν ένα προϊόν, σύμφωνα με την οποία οι χρήστες μοιράζονται το λογισμικό, την αποθηκευτική και επεξεργαστική δυνατότητα των υπολογιστών μέσω δικτύου, που συνήθως είναι το Διαδίκτυο. Το υπολογιστικό νέφος, ανατρέπει τον παραδοσιακό τρόπο χρήσης της πληροφορικής όπου ο υπολογιστής μετατρέπεται σε μία φάρμα υπολογιστών και το λογισμικό μετατρέπεται σε μία υπηρεσία που είναι προσβάσιμη μέσω του διαδικτύου. Συνοπτικά, το υπολογιστικό νέφος μας επιτρέπει να έχουμε επεξεργαστική δυνατότητα, πρόσβαση σε αποθηκευτικό χώρο και πρόσβαση σε λογισμικό μέσω του διαδικτύου.

Το Facebook για παράδειγμα είναι μία εφαρμογή νέφους. Όταν μία φωτογραφία αποστέλλεται από το κινητό στο άλμπουμ που διατηρούμε στο Facebook, τότε η φωτογραφία αυτή λαμβάνεται από έναν από τους χιλιάδες υπολογιστές του Facebook του οποίου η τοποθεσία είναι άγνωστη. Στη συνέχεια η φωτογραφία αποστέλλεται για επεξεργασία, πιθανότατα σε κάποιο άλλον υπολογιστή, και στο τέλος αποθηκεύεται με κάποιο τρόπο σ' ένα ντοσιέ ή μια βάση δεδομένων κάπου σ' ένα σκληρό δίσκο σε κάποια μεριά του πλανήτη. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της επεξεργασίας, της αποστολής και της αποθήκευσης της φωτογραφίας, παραμένουν για εμάς άγνωστα. Η φωτογραφία μας όμως, είναι διαθέσιμη εκεί, στη δική μας σελίδα, στο δικό μας άλμπουμ, αυτό είναι το μόνο που ενδιαφέρει τον χρήστη, τα υπόλοιπα το νέφος.

Αυτή η νέα μέθοδος εφαρμογής της πληροφορικής αφαιρεί από τον χρήστη όλες τις τεχνικές λεπτομέρειες και της αναθέτει στο νέφος, παρέχοντας μόνο τις λειτουργίες που χρειάζεται ο χρήστης, για να κάνει την δουλεία του πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά.

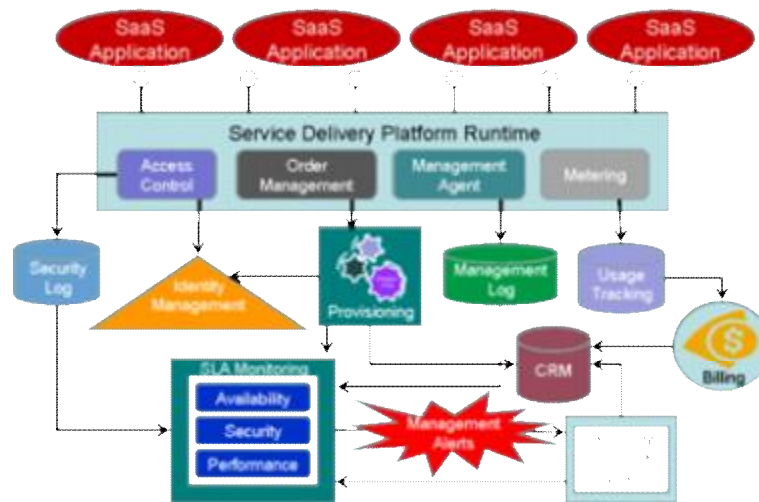
Μέσω του υπολογιστικού νέφους, έρχεται και το λογισμικό ως υπηρεσία ή αλλιώς όπως ονομάζεται “on-demand software” ή “software as a service”. Σε αντίθεση με το παραδοσιακό μοντέλο, όπου το λογισμικό είναι διαθέσιμο μόνο μέσα από τον υπολογιστή στο οποίο είναι εγκατεστημένο, το SaaS (Software as a Service), ανοίγει νέους ορίζοντες και κατευθύνσεις στη πληροφορική και προσφέρει εφαρμογές μέσω του διαδικτύου, οι οποίες είναι συνεχώς διαθέσιμες για οποιονδήποτε χρήστη και προσβάσιμες μέσω όλων των διάσημων εφαρμογών πλοήγησης του διαδικτύου όπως είναι το Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, κτλ. Επιπλέον, το μοντέλο SaaS παρέχει ευελιξία στον χρήστη, καθώς του επιτρέπει τη

πρόσβαση στα διάφορα προγράμματα του, μέσω διαφόρων συσκευών υπό την προϋπόθεση ότι διαθέτουν πρόσβαση στο διαδίκτυο όπως είναι τα smartphones και laptops. Αυτό καθίσταται εφικτό, επειδή η επεξεργασία των δεδομένων, δεν πραγματοποιείται στη συσκευή του χρήστη, αλλά στο διακομιστή - υπολογιστή του παρόχου, δίνοντας με αυτό το τρόπο τη δυνατότητα και σε συσκευές χαμηλότερης ισχύος (όπως είναι τα smartphones και τα tablets) να έχουν πρόσβαση και να τρέχουν εξελιγμένα SaaS λογισμικά πακέτα.

Το SaaS προσφέρει ακόμα, ένα νέο μοντέλο τιμολόγησης σύμφωνα με το οποίο ο χρήσης πληρώνει κάποια συνδρομή αναλογική της διάρκειας χρήσης των υπηρεσιών. Συνήθως η συνδρομή αυτή είναι μηνιαία ή ετήσια ή ανάλογα με τον όγκο δεδομένων ή ακόμα ανάλογα με τη συχνότητα χρήσης, χωρίς ωστόσο να χρειάζεται να επιβαρυνθεί ένα αρχικό τέλος για άδεια χρήσης. Συνεπώς, το μοντέλο SaaS προϋποθέτει χαμηλότερο κόστος για την έναρξη χρήσης των εφαρμογών - υπηρεσιών, και συνήθως πολύ χαμηλότερο συνολικό κόστος ιδιοκτησίας.

Ένα από τα πλέον πετυχημένα πακέτα εφαρμογών SaaS, είναι το Google Apps. Το Google Apps είναι μια υπηρεσία της Google, η οποία παρέχει ένα ολοκληρωμένο λογισμικό γραφείου μέσω του διαδικτύου και το οποίο είναι προσβάσιμο μέσω ενός οποιουδήποτε προγράμματος πλοήγησης του ιστού. Για παράδειγμα, μία εναλλακτική λύση του Microsoft Word είναι το Google Docs, το οποίο όπως και το MS Word, δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας κειμένων με τη διαφορά ότι αυτό επιτυγχάνεται μέσω του διαδικτύου. Υπάρχουν και πολλά άλλα λογισμικά SaaS που δίνουν λύσεις, μέσα από μια μεγάλη γκάμα εφαρμογών που προσφέρουν όπως είναι το Salesforce για τη διαχείριση πελατειακών σχέσεων, το Fresh Books για τη διαχείριση λογιστικών βιβλίων, το Basecamp για τη διαχείριση έργων και το Constant Contact για τη διαφήμιση μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου [9].

Service Delivery Platform: Operational



Εικόνα 19: Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS)³⁴

3.2.2.1 Τηλεπικοινωνίες

Με βάση την υπόθεση ότι ένας επιχειρηματίας εξετάζει τη μετάβαση της επιχείρησής του στη λογική του νέφους, το πρώτο πράγμα που λογικά θα παρατηρήσει, είναι ότι οι τηλεπικοινωνίες, θα αντικαταστήσουν σε βαθμό κρισιμότητας, το όποιο υλικό έχει ή σκόπευε να έχει εγκατεστημένο τοπικά. Όπως είναι ευκολονόητο το εύρος του καναλιού δεδομένων, πρέπει να είναι επαρκώς ικανό να εξασφαλίζει ταχύτητα πρόσβασης και αδιάκοπη ροή δεδομένων, ακόμα και σε περιπτώσει όπου ο φόρτος εργασίας είναι υψηλός. Το κομμάτι αυτό θα πρέπει να υποστηρίζεται κυρίως από τις εσωτερικές τηλεπικοινωνιακές υποδομές της εταιρίας, που το πιθανότερο είναι ότι θα πρέπει να αναβαθμιστούν. Το κόστος όμως αυτό είναι αναλογικά, πολύ μικρότερο του λειτουργικού κόστους, το οποίο η επιχείρηση μπορεί να εξοικονομήσει από τη μεταβίβασή της στις άυλες υποδομές νέφους. Παρόλο που το ενδεχόμενο διακοπής επικοινωνίας, από το κέντρο δεδομένων του παρόχου λογισμικού προς τον πάροχο τηλεπικοινωνιών, είναι εξαιρετικά απίθανο, ωστόσο δεν θα πρέπει να παραμελήσει κανείς το γεγονός ότι, από τη στιγμή που όλη η λειτουργία της επιχείρησης επαφίεται στις επικοινωνίες, αυτές θα πρέπει να διασφαλίζονται σε απόλυτο βαθμό από τον τηλεπικοινωνιακό πάροχο και η

³⁴ <http://www.zdnet.com/blog/saas/microsoft-shares-saas-architecture-insights/239>

πιθανότητα αδυναμίας παροχής υπηρεσιών, δε θα πρέπει να υπερβαίνει σε ποσοστό τον αντίστοιχο κίνδυνο από μία ενδεχόμενη διακοπή ρεύματος.

Βεβαίως εκτός των άλλων, θα πρέπει να εξασφαλίζεται με κάποιο τρόπο και η αντίστοιχη ευρυζωνικότητα (bandwidth), η οποία θα πρέπει να επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών της διακίνησης δεδομένων. Για τον υπολογισμό της ταχύτητας του δικτύου, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάποια κριτήρια, σύμφωνα με τα οποία θα γίνεται αυτή η αξιολόγηση. Όσον αφορά το μέγεθος του τηλεπικοινωνιακού καναλιού, δύο είναι τα βασικά κύρια κριτήρια που το καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό. Το πρώτο αφορά το κατά πόσο τα δεδομένα και οι εφαρμογές βρίσκονται αμφότερα στο νέφος ή πρόκειται να υπάρξει ένας υβριδικό μοντέλο που θα συνδυάζει την ύπαρξη λογισμικού στο νέφος και λογισμικού τοπικής εγκατάστασης. Το δεύτερο κριτήριο σχετίζεται με τον αριθμό των χρηστών που βρίσκονται on-line, εντός της επιχείρησης.

3.2.2.2 Ασφάλεια

Ένα από τα θέματα που απασχολούν ιδιαίτερα τις επιχειρήσεις είναι το ζήτημα της ασφάλειας, άλλες λιγότερο και κάποιες άλλες περισσότερο. Είναι προφανές, ότι δεν έχουν όλοι οι φιλοξενούμενοι του νέφους τις ίδιες απαιτήσεις όσον αφορά την ασφάλεια και σαφέστατα άλλες ανάγκες θέλει να καλύψει μια μικρομεσαία επιχείρηση και άλλες μία τράπεζα. Βεβαίως για τους παρόχους SaaS δεν υπάρχουν (τουλάχιστον επίσημα) διαβαθμίσεις στην παρεχόμενη ασφάλεια. Σε θεωρητικό επίπεδο, το μέγιστο επίπεδο ασφαλείας δεν είναι διαπραγματεύσιμο και το ίδιο επίπεδο ασφάλειας απολαμβάνουν όλοι οι πελάτες, ανεξάρτητα με το μέγεθός τους ή τη δραστηριότητά τους. Αν και θεωρητικά εκτιμάται ότι το νέφος είναι πιο ευάλωτο σε επιθέσεις (κυρίως λόγω της έκθεσης των δεδομένων σε μεγαλύτερο εύρος, καθώς και διακίνηση των δεδομένων σε περιβάλλοντα, εκτός του φυσικού ελέγχου της επιχείρησης), στη πράξη οι παροχείς SaaS έχουν πολύ πιο ψηλά στις προτεραιότητες τους τα θέματα ασφαλείας, σε εν συγκρίσει με μια επιχείρηση που θα τα διατηρούσε τοπικά. Αυτό σαφέστατα συμβαίνει όχι μόνο επειδή επιθυμούν να προστατεύσουν τον πελάτη τους, αλλά και τους ίδιου (παρόχους), τόσο από τη σκοπιά της εύρυθμης λειτουργίας τους, αλλά όσο και από τη σκοπιά της διατήρησης και εξάπλωσης της καλής τους φήμης. Όπως άλλωστε είναι κατανοητό, η τοπική διαχείριση δεδομένων στους εξυπηρετητές μιας επιχείρησης, κυρίως δίνει μεγαλύτερη αίσθηση ασφαλείας

ψυχολογικά παρά ουσιαστικά, και αυτό γιατί πλέον όλες οι επιχειρήσεις είναι συνδεδεμένες με το διαδίκτυο, διατηρούν ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και πιθανότατα ιστοσελίδα, και φυσικά έχουν εργαζόμενους που παραβιάζουν ακόμα και βασικούς κανόνες ασφαλείας είτε από άγνοια είτε από αμέλεια είτε και σκοπίμως.

3.2.2.3 Service Level Agreement

Όταν ένας οργανισμός βρίσκεται στη διαδικασία επιλογής παρόχου για SaaS και τηλεπικοινωνίες, λειτουργεί λαμβάνοντας υπόψη τη διασφάλιση του επιπέδου των παρεχομένων υπηρεσιών, με βάση κάποιες μετρήσιμες παραμέτρους. Οι πάροχοι των SaaS και των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων θα πρέπει να δεσμεύονται εγγράφως για τη τήρηση των συμφωνηθέντων και θα πρέπει να υπάρχει ρήτρα που να επιφέρει κυρώσεις για οποιαδήποτε απόκλιση από τα συμφωνηθέντα.

Σαφέστατα η ύπαρξη SLA (Service Level Agreement) δεν εξασφαλίζει έναν οργανισμό, από διαφυγόντα κέρδη ή οποιαδήποτε άλλη ζημιά είναι πιθανό να εμφανιστεί από ενδεχόμενη παύση των υπηρεσιών. Ωστόσο η ύπαρξη SLA, αποτελεί ένδειξη για την υπεύθυνη στάση και το σοβαρό ύψος με το οποίο αντιμετωπίζουν οι πάροχοι τους πελάτες τους.

3.2.2.4 Απομακρυσμένη πρόσβαση

Ένα επόμενο στάδιο, που έπεται της μετάβασης του οργανισμού στο νέφος και της συνεπαγόμενης αποσύνδεσης της από τις κλασσικές χωροταξικές δομές, είναι η δυνατότητα που προσφέρεται στους εργαζόμενους του οργανισμού, να μπορούν να εργαστούν στο φυσικό τους αντικείμενο χωρίς να απαιτείται η φυσική τους παρουσία (εφόσον φυσικά αυτό είναι εφικτό).

Η έννοια της απομακρυσμένης εργασίας, δεν αποτελεί πλέον μια καινοτόμο διαδικασία στο τρόπο διοίκησης (management), αφού είναι γεγονός εδώ και αρκετά χρόνια για πολλούς σύγχρονους οργανισμούς. Παρόλα αυτά η Ελλάδα παραμένει λίγο οπισθοδρομική στην εφαρμογή αυτών των μορφών διοίκησης. Στην Ελληνική πραγματικότητα, η μετάβαση από το «παλιομοδίτικο» και πλέον ξεπερασμένο χτύπημα κάρτας παρουσίας στην εφαρμογή του συστήματος εργασίας με απομακρυσμένη πρόσβαση, παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον,

καθώς οι διοικητικές προκαταλήψεις χρόνων συνυπάρχουν με τις νέες τεχνολογίες αλλά ταυτόχρονα και με τις αλλαγές που σημειώνονται στα εργασιακά δεδομένα του τόπου μας.

Σε κάθε περίπτωση, όποιοι και αν είναι οι ψυχολογικοί φραγμοί ή και άλλοι παράγοντες, είναι τέτοια η οικονομική συγκυρία που πλέον όλοι (σε επίπεδο ατομικό ή σε επίπεδο οργανισμού) ωθούνται να αντιμετωπίσουν τα νέα δεδομένα που δημιουργούνται με βάση τους οικονομικούς δείκτες. Πολλές από τις πρόσφατες έρευνες, έχουν φανερώσει τη τάση που έχουν οι εργαζόμενοι να είναι, είναι πιο παραγωγικοί εκτός γραφείου, καθώς είναι σε θέση να εκμεταλλευτούν οποιοδήποτε χρονικό σημείο στη διάρκεια της ημέρας, αφού δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός ωραρίου, ενώ φυσικά, υπάρχει και η εξοικονόμηση χρόνου της μετακίνησής τους από και προς την εργασία τους.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η εργασία με απομακρυσμένη σύνδεση είναι πολλαπλά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στη περίπτωση που ένας εργαζόμενος είναι αναγκασμένος να σπαταλά δέκα ώρες εβδομαδιαίως σε μετακινήσεις από και προς την εργασία του, αυτό συνεπάγεται ουσιαστικά με 500 εργατοώρες σε ετήσια βάση, οι οποίες ξοδεύονται ανούσια και κατ' επέκταση αυτό συμβάλει έμμεσα στην απώλεια χρηματικού οφέλους και για τον εργαζόμενο αλλά και για την επιχείρηση στην οποία απασχολείται.

Ασφαλώς από το παραπάνω γενικευμένο παράδειγμα, εξαιρούνται οι εργαζόμενοι που η φύση του επαγγέλματός τους απαιτεί τη φυσική τους παρουσία στην επιχείρηση, ωστόσο σαφέστατα υπάρχουν μονάδες (εργαζόμενοι) ή τμήματα τα οποία θα μπορούσαν να παράγουν το ίδιο(ή και καλύτερο) έργο χωρίς να έχουν φυσική παρουσία στο χώρο παραγωγής, και δουλεύοντας από το σπίτι τους.

Ένα από το πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι κάποιες πολύ ισχυρές πολυεθνικές, οι οποίες εδώ και αρκετά χρόνια, έχουν πραγματοποιήσει μετεγκατάσταση κάποιων τμημάτων τους σε διαφορετικές χώρες από αυτές που δραστηριοποιούνται. Ενώ ταυτόχρονα τα διοικητικά μοντέλα που εφαρμόζουν δεν ορίζουν έδρα για τα στελέχη που δραστηριοποιούνται σε αυτές, και το μόνο που ορίζεται σαφέστατα είναι οι αρμοδιότητές τους. Το πρόβλημα που υπήρχε μέχρι στιγμής είναι ότι κάτι τέτοιο δεν ήταν εφαρμόσιμο για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, καθώς αποτελούσε αποτρεπτικό παράγοντα το υψηλό κόστος που διέθεταν οι εσωτερικές υποδομές IT. Με την είσοδο του υπολογιστικού νέφους στις επιχειρήσεις, το κόστος είναι πολύ

μικρότερο σε σχέση με την ανάπτυξη εσωτερικών υποδομών και επιπλέον αποτελεί μια πιο ευέλικτη και εύκολα επεκτάσιμη λύση.

3.2.2.5 Φορητότητα (Mobility)

Το επόμενο βήμα μετά την αφομοίωση της έννοιας του υπολογιστικού νέφους και της απομακρυσμένης πρόσβασης, είναι η αποκοπή του εργαζομένου από την αναγκαιότητα της καλωδιακής ευρυζωνικής σύνδεσης που μέχρι τώρα θεωρείται δεδομένη.

Η χρονική στιγμή είναι η πλέον κατάλληλη, αφού παράλληλα με την έννοια του υπολογιστικού νέφους, σημειώνεται μια εκθετική αύξηση στη χρήση των smartphones, τόσο σε διεθνές επίπεδο, όσο και σε εθνικό. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις που έχει κάνει η GSM Association³⁵, οι χρήστες της κινητής ευρυζωνικής σύνδεσης παγκοσμίως, έχουν δεκαπλασιαστεί τα τελευταία τρία έτη, ενώ στην Ελλάδα ένα ποσοστό της τάξεως του 42% των χρηστών κινητής τηλεφωνίας κάνουν χρήση του Διαδικτύου μέσω κινητών συσκευών. Όπως λοιπόν γίνεται εμφανές, πλέον υπάρχουν όλα εκείνα τα μέσα που απαιτούνται, έτσι ώστε οι εργαζόμενοι μιας επιχείρησης να αποδεσμευτούν και από τη καλωδιακή σύνδεση. Ως προς τα ζητήματα ασφαλείας, η ασύρματη πρόσβαση στις εταιρικές εφαρμογές οι οποίες βρίσκονται στο νέφος, αποδεικνύεται πολύ ασφαλέστερος εν συγκρίσει με την απευθείας σύνδεση στο εταιρικό δίκτυο. Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, ο κύριος λόγος που συμβαίνει κάτι τέτοιο, είναι οι πολιτικές ασφαλείας που ακολουθούν οι παροχείς SaaS, οι οποίες είναι σαφέστατα αναβαθμισμένες, αν και είναι σχεδόν υποχρεωτική η ύπαρξη δικλίδων ασφαλείας του τύπου Mobile Device Management ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ασφάλεια³⁶.

Δύο ακόμα κατηγορίες συσκευών που συναντώνται στην αγορά και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο είναι τα smartphones και τα tablets, τα οποία εναπόκεινται στην έννοια της ασύρματης πρόσβασης. Η γενιά αυτών των κινητών συσκευών, έχουν το σημαντικό πλεονέκτημα της φορητότητας, αλλά έχουν ωστόσο και το μειονέκτημα των περιορισμένων διαστάσεων που υπό προϋποθέσεις μπορεί να είναι και αρκετά σημαντικό. Ο περιορισμός αυτός σχετίζεται κυρίως με την οθόνη και τα μέσα χειρισμού της συσκευής. Είμαστε πάντως πολύ

³⁵ <http://www.gsma.com/>

³⁶ <http://www.infocom.gr>

κοντά στην εποχή που οι εν λόγω συσκευές θα σχεδιάζονται ώστε να είναι σε μεγάλο βαθμό φιλικές προς τον χρήστη (user friendly), τόσο σε επίπεδο χειρισμού όσο και σε επίπεδο κατανόησης των εταιρικών εφαρμογών που θα βρίσκονται στο νέφος, έτσι ώστε να καθιερωθεί η μετάβαση σε μια νέα εποχή.

3.2.2.6 Εφαρμογές κινητού εμπορίου (Business mobile applications)

Αυτές οι εφαρμογές είναι τύπου B2E (Business-to-Employee) και το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι η διεπαφή τους έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει ικανοποιητική λειτουργικότητα της εταιρικής εφαρμογής (είτε αυτή είναι βασισμένη σε νέφος, είτε βασισμένη τοπικά, είτε είναι ένα υβριδικό μοντέλο) μέσα από τα smartphones και τα tablets.

Η βασική επιδίωξη των σχεδιαστών, αυτού του τύπου εφαρμογών κινητού εμπορίου, είναι να δώσουν σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό στις εφαρμογές τους, τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

1. Δυνατότητα πρόσβασης στην εφαρμογή και πλήρους χειρισμού από smartphones ανεξαρτήτου λειτουργικού συστήματος που χρησιμοποιείται (Windows Mobile, AppleOS, Android, RIM, Bada, HTML5). Ο σχεδιασμός αυτός γίνεται με βάση τη λογική Write-Once-Deploy-Anywhere, η οποία αποσκοπεί στο να μην απαιτείται μια εφαρμογή να γράφεται περισσότερες από μία φορές. Κάτι τέτοιο καθίσταται εφικτό, μέσω της χρήσης εργαλείων ανάπτυξης, τα οποία ανήκουν στην σουίτα της MEAP³⁷ (Mobile Enterprise Application Platform). Οι συγκεκριμένες πλατφόρμες προγραμματισμού, μέχρι πριν από λίγο χρονικό διάστημα ήταν αποκλειστικότητα κάποιων λίγων πολυεθνικών εταιρειών λογισμικού. Πλέον, όμως η διάδοσή τους είναι ευρύτερη, ενώ πολλές φορές εμπεριέχονται στα πακέτα λύσεων που προσφέρουν οι ίδιοι οι πάροχοι SaaS.
2. Ταχύτητα απόκρισης, με περιορισμό των δεδομένων εκείνων που ενδεχομένως επιβαρύνουν τον επεξεργαστή ενός smartphone. Τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό και κατά την επιλογή μίας επιχειρηματικής εφαρμογής είναι: η εμφάνιση λιτών και απλουστευμένων μενού άμεσης

³⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_enterprise_application_platform

πρόσβασης, τα ελάχιστα δυνατά γραφικά που απαιτούνται και το προ-εγκατεστημένο περιεχόμενο της συσκευής.

3. Δυνατότητα ευελιξίας και προσαρμογής στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε χρήστη (customization). Η εφαρμογή θα πρέπει να μπορεί να εξυπηρετήσει το customization σε όσο το δυνατόν υψηλότερο ποσοστό. Οι χρήστες, θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να επιλέγουν (ανάλογα βέβαια με τις ανάγκες τους και σε βαθμό τέτοιο ώστε να μην επηρεάζονται οι βασικές αρχές ασφαλείας) το τρόπο που επιθυμούν να ανταποκρίνονται αλλά και να εμφανίζουν τα δεδομένα τους οι εφαρμογές B2E.
4. Τέλος θα πρέπει να τηρείται ένα ισοζύγιο, ανάμεσα στα δεδομένα που αποθηκεύονται τοπικά στη συσκευή και στα δεδομένα τα οποία «φορτώνονται» δικτυακά. Επίσης, η εφαρμογή πρέπει να έχει τη δυνατότητα λειτουργίας εκτός δικτύου, δίνοντας έτσι την ευκαιρία στο χρήστη να προβάλει τις πληροφορίες οι οποίες ενημερώθηκαν κατά την τελευταία σύνδεση στο δίκτυο. Στη τελική, η φορητή επικοινωνία με το περιβάλλον της εταιρίας, δεν θα πρέπει να είναι και οικονομικά αφόρητη, και παρόλο που τα κόστη τηλεπικοινωνιακής σύνδεσης δεδομένων, έχουν υποστεί αρκετά μεγάλες μειώσεις (από την πλευρά των παρόχων κινητής τηλεφωνίας), δεν θα πρέπει να παραμελείται το γεγονός ότι ανάλογη (και μεγαλύτερη) μείωση, έχουν υποστεί και οι προϋπολογισμοί των επιχειρήσεων.



*Εικόνα 20: Business mobile applications*³⁸

³⁸ <http://www.biznessapps.com/blog/tag/small-business-iphone-app/>

3.2.2.7 Πλεονεκτήματα

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν νωρίτερα, το μοντέλο SaaS παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Πλέον, ο πελάτης-χρήστης δεν αγοράζει άδειες χρηστών (user licenses) και δεν εγκαθιστά τοπικά το λογισμικό που απαιτείται. Αντιθέτως, αποκτά το δικαίωμα χρήσης του λογισμικού, μέσω της συνδρομής που καταβάλλει για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Η συνδρομή αυτή, καλύπτει πλήρως τη χρήση του λογισμικού, τη χρήση του εξοπλισμού υποδομής του κέντρου δεδομένων όπου φιλοξενείται το λογισμικό, τις αναβαθμίσεις του, όπως επίσης και τις απαραίτητες διαχειριστικές εργασίες που αναλαμβάνει ο προμηθευτής της συνδρομητικής υπηρεσίας (backup σε τακτά χρονικά διαστήματα, συμπίεση - βελτιστοποίηση των βάσεων δεδομένων, migration κ.α.).

Από τη πλευρά της ασφάλειας, όλα τα στοιχεία τείνουν στο συμπέρασμα, ότι τα δεδομένα ενός οργανισμού είναι σαφώς ασφαλέστερα στις υψηλής προστασίας υποδομές που προσφέρει ένα σύγχρονο κέντρο δεδομένων. Ο προμηθευτής της υπηρεσίας SaaS φροντίζει ώστε να διασφαλίζονται οι συνθήκες πλήρους προστασίας των δεδομένων ενός οργανισμού, μέσω της εφαρμογής των πλέον προηγμένων τεχνολογιών και της επιβολής αυστηρών διαδικασιών σε όλα τα στάδια διαχείρισης τους.

Η αγορά των συστημάτων SaaS αναπτύσσεται ραγδαία και παράλληλα αναπτύσσεται και ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, όπως είναι τα συστήματα ERP, τα CRM, τα e-mail, ο αυτοματισμός γραφείου, η λογιστική διαχείριση, η μισθοδοσία. Οι εφαρμογές αυτές καλύπτουν το σύνολο των δραστηριοτήτων μιας σύγχρονης επιχείρησης και είναι πλέον διαθέσιμες στο ευρύ κοινό. Το κυριότερο όμως είναι, ότι οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) αποτελούν πλέον τη προτεραιότητα των παρόχων SaaS, καθώς είναι ποσοστιαία το πολυπληθέστερο τμήμα της επιχειρηματικής δραστηριότητας στην Ελλάδα (περίπου σε ποσοστό 99%).

Συνοπτικά, η επιχείρηση που θα επιλέξει το μοντέλο λειτουργίας SaaS, έχει να κερδίσει τα ακόλουθα:

- Το χαμηλότερο κόστος αρχικής επένδυσης.
- Το μηδενικό κόστος για συντήρηση και αναβαθμίσεις λογισμικού.
- Το μηδενικό κόστος για την αγορά, εγκατάσταση και συντήρηση εξοπλισμού υποδομής

- Τη δυνατότητα χρήσης του λογισμικού από οποιοδήποτε σημείο και οποιαδήποτε χρονική στιγμή.
- Την απαλλαγή από τη διενέργεια αναγκαίων τεχνικών εργασιών συντήρησης και ασφαλείας.
- Την εφαρμογή μοντέλων απομακρυσμένης πρόσβασης, αποδεσμεύοντας έτσι τους εργαζομένους από χωροταξικούς και λοιπούς περιορισμούς της επιχείρησης, καθώς και την εφαρμογή ελαστικών εργασιακών συνθηκών, που θα βασίζονται κυρίως στην παραγωγικότητα και όχι την προσέλευση.

Επιπλέον, υπολογίζεται ότι ο χρηματικός όγκος αγοράς για SaaS εφαρμογές για το 2011 χρονιά ανέρχεται σε 13 δις δολάρια, μία αύξηση ύψους 20% από το 2010, με προοπτικές ανάπτυξης έως και 22 δις στα επόμενα 2-3 χρόνια.

Ένας σημαντικός παράγοντας στη ραγδαία υιοθέτηση και προώθηση του SaaS, είναι η σημαντική μείωση κόστους που επιτυγχάνεται στις επιχειρήσεις για επενδύσεις σε εξοπλισμό και λογισμικά συστήματα. Η κοστολόγηση γίνεται είτε ανά χρήστη, είτε ανά μήνα ή είτε ανά χρόνο, και μόνο για τις ενότητες που θα χρησιμοποιούν. Δεν υπάρχει κόστος συντήρησης ή κόστος υποστήριξης του τελικού χρήστη αφού αυτό είναι υπό την ευθύνη του προμηθευτή του λογισμικού και όχι του αγοραστή. Περαιτέρω, δεν υπάρχει το κόστος αρχικής εγκατάστασης και εφαρμογής που αρμόζει με το παραδοσιακό μοντέλο λογισμικού ούτε υπάρχει η ανάγκη για την αγορά. Ένας άλλο μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του μοντέλου είναι ότι τελευταία έκδοση του λογισμικού συστήματος γίνεται αυτόματα διαθέσιμη από τον προμηθευτή στον αγοραστή. Ο χρήστης πλέον δεν είναι αναγκασμένος να κάνει από μόνος του την αναβάθμιση του λογισμικού όταν μια νέα έκδοσή γίνεται διαθέσιμη. Με το μοντέλο SaaS οι χρήστες πάντα χρησιμοποιούν τη τελευταία έκδοση αυτόματα.

Πολλά ακόμα πλεονεκτήματα, όπως η ευκολία πρόσβασης στα προγράμματα μέσω διαφόρων συσκευών στο γραφείο ή εν κινήσει, η ευκολία με την οποία τα συστήματα SaaS μπορούν να επεκταθούν ανάλογα με τις αυξανόμενες ανάγκες της εταιρείας, καθώς και η δραματική μείωση του συνολικού κόστους ιδιοκτησίας (TCO) κάνουν το παρόν μοντέλο πληροφορικής μία πολύ ελκυστική πρόταση για επιχειρήσεις ανεξάρτητα από το μέγεθος και το είδος τους.

3.2.3 Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service - PaaS)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το PaaS είναι μια διαχειριστική πλατφόρμα, από την οποία πραγματοποιούνται όλες οι διαχειριστικές ενέργειες, καθώς και η απομακρυσμένη παραμετροποίηση του IaaS αλλά και των SaaS εφαρμογών οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο IaaS. Επιπλέον συμπεριλαμβάνει τα APIs (Application Programming Interface) τα οποία εξυπηρετούν τη διασύνδεση εξυπηρετητών (servers) χωρίς ωστόσο να απαιτείται να «στηθούν» ξεχωριστά ώστε να χρησιμοποιηθούν από οποιοδήποτε SaaS ενδεχομένως μας ενδιαφέρει. Σαν παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η περίπτωση όπου κάποιος διαχειριστής IT (IT Manager) δεν υποχρεούται να στήσει έναν ξεχωριστό mail server, αλλά μπορεί να χρησιμοποιεί το ανάλογο API του PaaS, έτσι ώστε να καλύψει τις ανάγκες της εφαρμογής του [9].

Απ' ότι είναι γνωστό, οποιαδήποτε σχεδόν εφαρμογή μπορεί να αναπτυχθεί στο παραδοσιακό προγραμματιστικό περιβάλλον, μπορεί να αναπτυχθεί και στο μοντέλο PaaS. Σε γενικές γραμμές οι εφαρμογές οι οποίες μπορούν υλοποιηθούν σε ένα μοντέλο PaaS είναι οι ακόλουθες:

- WebServe πλατφόρμα, που είναι η πλατφόρμα για την διαχείριση των APIs.
- Υφιστάμενες PaaS εφαρμογές, όπου οι προγραμματιστές έχουν την δυνατότητα να φτιάξουν τους ακόλουθους τύπους εφαρμογών στην WebServe πλατφόρμα.
- Εφαρμογές κοινωνικών δικτύων (Social Network).
- Εφαρμογές εξόρυξης δεδομένων (data mining).
- Επιχειρηματικές εφαρμογές διαχείρισης έργων (project management), διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού, οικονομικές υπηρεσίες κ.ά.
- Εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου που συμπεριλαμβάνουν οικονομικές online συναλλαγές.
- Ειδικές βιομηχανικές εφαρμογές που εξυπηρετούν εξειδικευμένες ανάγκες.
- Mashups που ενώνουν δύο ή περισσότερες εφαρμογές με τρόπο που προσθέτει αξία στον χρήστη.

Τα APIs (Application Programming Interfaces) παρέχουν πρόσβαση στην ίδια την πλατφόρμα WebServe, όσο και στις υπηρεσίες που φιλοξενούνται στο νέφος. Πρόσβαση στα APIs μπορούν να έχουν μόνο οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες και η ταυτοποίηση πραγματοποιείται με τη χρήση κεφαλίδες SOAP (SOAP Headers)³⁹.

Ένα WebServe Platform API μπορεί να αποτελείται από τις ακόλουθες web υπηρεσίες:

- Λογαριασμούς χρηστών (User Accounts), που περιέχουν μεθόδους διαχείρισης των μεταπωλητών και των τελικών χρηστών στην πλατφόρμα Web Serve.
- Χώρους φιλοξενίας (Hosting Spaces), που περιέχουν μεθόδους για τη διαχείριση των χώρων, των πλάνων και των add-ons.
- Βάσεις δεδομένων (Databases), όπου πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με SQL Server / MYSQL.
- Δικτυακούς τόπους (Web Sites), όπου πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με Internet Information Server (IIS) 6.0 & 7.0.
- Microsoft Exchange Server, όπου πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση με Microsoft Exchange Server 2007 / 2010.
- Φιλοξενούμενους οργανισμούς (Hosted Organizations), με μεθόδους για τη διαχείριση των φιλοξενούμενων οργανισμών με Exchange Server 2007 / 2010 και SharePoint Server 2007 / 2010.
- Λογαριασμούς FTP (FTP Accounts), με μεθόδους για τη διαχείριση FTP λογαριασμών.
- Διαχείριση αρχείων (File Management), με μεθόδους για τη διαχείριση αρχείων που βρίσκονται στο χώρο φιλοξενίας.
- POP3 Emails, με μεθόδους για τη διαχείριση της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.

³⁹ http://www.w3schools.com/soap/soap_header.asp

3.2.3.1 Cloud Sites

Οι ιστοσελίδες νέφους (cloud sites), αποτελούν έναν ευέλικτο, ασφαλές και εύκολο στη διαχείριση web server που χρησιμοποιείται για τη φιλοξενία στο Παγκόσμιο Ιστό. Το Cloud Site είναι σε θέση να φιλοξενήσει, από μία απλή ιστοσελίδα με media streaming μέχρι και web εφαρμογές. Η κλιμακωτή και ανοικτή αρχιτεκτονική που ακολουθεί, μπορεί να ανταπεξέλθει ακόμα και στις πιο απαιτητικές εργασίες. Η υπηρεσία Cloud Site είναι η εξέλιξη του κοινού Shared Hosting. Οι ιστοσελίδες και οι εφαρμογές φιλοξενούνται σε υποδομή πολλαπλών Load Balanced, Clustered Cloud Servers ενώ τα αρχεία και τα δεδομένα αποθηκεύονται σε RAID SAN Storage. Κάθε ιστοσελίδα νέφους προσαρμόζεται στις ανάγκες του πελάτη είτε μέσω της αύξησης μνήμης, bandwidth, κλπ, είτε φυσικά μέσω της μείωσης των χαρακτηριστικών του. Έτσι ο πελάτης αξιοποιεί πραγματικά το μοντέλο pay as you go / pay as you grow προς όφελός του, αποκομίζοντας την μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα.



Εικόνα 21: Cloud Sites⁴⁰

⁴⁰ <http://www.intrepidnetwork.us/service/hosting-cloud-sites-and-servers>

3.2.3.2 Cloud Databases

Οι βάσεις δεδομένων νέφους (Cloud Databases), είναι βάσεις δεδομένων προσβάσιμες στους πελάτες από το νέφος και προσφέρονται στους χρήστες που τις ζητούν μέσω του Διαδικτύου από τους εξυπηρετητές του παρόχου δεδομένων νέφους. Επίσης, αναφέρονται σαν βάσεις δεδομένων ως υπηρεσία (DBaaS), οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιούν το υπολογιστικό νέφος για την επίτευξη μιας βελτιστοποιημένης κλιμάκωσης (optimized scaling) και αποτελεσματικής κατανομής των πόρων.

Μια βάση δεδομένων νέφους μπορεί να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων, όπως η αύξηση της προσβασιμότητας, αυτόματο failover (βλ. ανωτέρω) και γρήγορη αυτόματη ανάκτηση μετά από αποτυχίες, αυτοματοποιημένη on-the-go κλιμάκωση, ελάχιστες επενδύσεις και συντήρηση του υλικού, και ενδεχομένως καλύτερες επιδόσεις. Ταυτόχρονα, οι βάσεις δεδομένων νέφους εμφανίζουν σε ειδικές περιπτώσεις ενδεχόμενα μειονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων ασφάλειας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής καθώς και την ενδεχόμενη απώλεια ή την αδυναμία πρόσβασης των κρίσιμων δεδομένων σε περίπτωση καταστροφής ή πτώχευσης του φορέα παροχής υπηρεσιών δεδομένων σύννεφο.

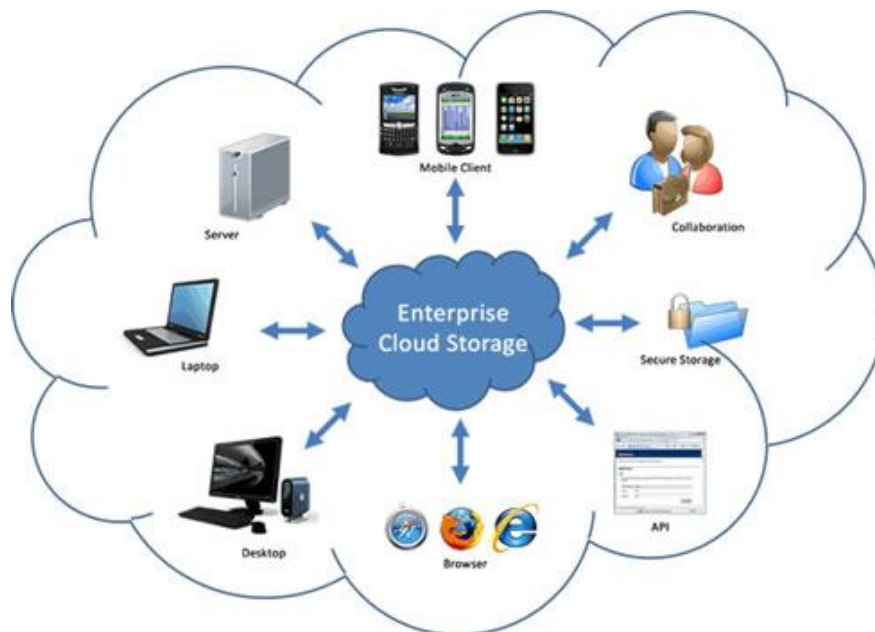
3.2.3.3 Cloud Storage

Με το cloud storage (αποθήκευση νέφους) μια εταιρία μπορεί να μειώσει τα κόστη, να κάνει χρήση σύμφωνα με τις ανάγκες της, χωρίς δύσκολες και χρονοβόρες διαδικασίες. Έτσι δεν υπάρχει λόγος να μην αποθηκεύει ορισμένα ή και όλα τα αρχεία της στο σύννεφο.

Τα πλεονεκτήματα συνοψίζονται στα εξής:

- **Μείωση του κόστους.** Δίνεται η δυνατότητα να αποθηκευθούν αρχεία, να μοιραστούν με τους χρήστες και ταυτόχρονα να υπάρχει ένα backup εκτός της εταιρίας, για την περίπτωση κάποιας καταστροφής.
- **Βελτίωση της αποδοτικότητας.** Διευκολύνεται η ασφαλής ανταλλαγή εγγράφων μεταξύ των χρηστών, όπου κι αν βρίσκονται, και η απρόσκοπτη συνεργασία τους.
- **Απεριόριστη πρόσβαση.** Επιτυγχάνεται πρόσβαση σε οτιδήποτε, οποιαδήποτε χρονική στιγμή και από οπουδήποτε.

- **Ασφαλή δεδομένα.** Το κεντρικό αποθηκευτικό σύστημα συνήθως βασίζεται SAN σύστημα (Storage Area Network) το οποίο εξασφαλίζει αυξημένη προστασία των αποθηκευμένων δεδομένων χωρίς συμβιβασμούς στην απόδοση.
- **Αυτοματοποίηση της συνεχούς επιχειρηματικής δράσης.** Ακόμα και εάν υπάρξει καταστροφή του SAN συστήματος, backups υπάρχουν πάντα, έτοιμα να αποκατασταθούν αμέσως.
- **Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφοράς** που συνδέεται άμεσα με συστοιχία SAN για βέλτιστη ταχύτητα των εργασιών και την ταχεία δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφορά τους χρόνους απόκρισης.



Εικόνα 22: Cloud Storage⁴¹

⁴¹ <http://cloudleverage.com/cloud-storage/>

3.2.4 Εξειδικευμένα μοντέλα υπηρεσιών

3.2.4.1 Ταυτότητα ως υπηρεσία (Identity as a service - IDaaS)

Η αναγνώριση και η εξακρίβωση μιας ταυτότητας είναι μια κεντρική λειτουργία των δικτύων. Μία υπηρεσία ταυτότητας αποθηκεύει όλες εκείνες τις πληροφορίες που σχετίζονται με μια ψηφιακή οντότητα, μπορεί να απαντά σε ερωτήματα σε σχέση με αυτές και επίσης διαχειρίζεται τις ηλεκτρονικές συναλλαγές.

Οι υπηρεσίες ταυτότητας έχουν ως κεντρικές λειτουργίες τα εξής:

1. Την αποθήκευση δεδομένων,
2. Μια μηχανή ερώτησης και
3. Μια μηχανή εφαρμογής πολιτικής, η οποία έχει ως στόχο να διατηρεί την ακεραιότητα των δεδομένων.

Σημειώνεται ότι τα καταναμημένα συστήματα συναλλαγών, όπως τα εταιρικά δίκτυα ή τα συστήματα υπολογιστικού νέφους, αυξάνουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα συστήματα διαχείρισης ταυτότητας με την έκθεση μιας μεγαλύτερης επιφάνειας σε έναν εισβολέα σε σχέση με ένα ιδιωτικό δίκτυο.

Κεντρική αρχή του σχεδιασμού των ασφαλών δικτύων είναι η υποστήριξη της απόρρητης πρόσβασης σε πόρους, η εξουσιοδοτημένη χρήση καθορισμένων δικαιωμάτων και προνομίων και η επικυρωμένη έγκριση από ένα αντικείμενο βασισμένο στην ταυτότητά του. Ως αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, η εγκατάσταση ενός μηχανισμού διακρίβωσης ταυτότητας μπορεί να θεωρηθεί το κλειδί για την ασφαλή λήψη αποφάσεων οποτεδήποτε χρειάζεται ένα αντικείμενο ή μια οντότητα να αποδείξει την ιδιοκτησία σε πόρους ή το δικαίωμα χρήσης τους.

Οι υπηρεσίες που παρέχουν διαχείριση ψηφιακής ταυτότητας ως υπηρεσία, αποτελούσαν μέρος των συστημάτων υπερ-δικτύων. Η υπηρεσία περιοχών ονοματολογίας (Domain Name Service - DNS) μπορεί να εκτελείται σε ένα ιδιωτικό δίκτυο, αλλά βρίσκεται στη καρδιά του Διαδικτύου ως υπηρεσία που παρέχει διακρίβωση ταυτότητας. Οι εξυπηρετές ονοματολογίας που καλύπτουν τα διάφορα domains του Διαδικτύου (.COM, .ORG, .EDU, .MIL, .TV, .RU, κλπ) είναι εξυπηρετές IDaaS. Το DNS καθιερώνει την ταυτότητα ενός Domain καθώς εντάσσει σε αυτό ένα σύνολο καθορισμένων διευθύνσεων, που συνδέονται με έναν ιδιοκτήτη. Εάν ο

προσδιορισμός είναι ο καθορισμένος αριθμός IP διευθύνσεων (IP address - Internet Protocol address), οι υπόλοιπες ιδιότητες είναι τα μετα-δεδομένα της.

Πολλές από τις υπηρεσίες οι οποίες εκτελούνται σ' ένα νέφος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως IDaaS. Εντούτοις, οι περισσότεροι εμπειρογνώμονες στον τομέα IDaaS, όταν καθορίζουν μια υπηρεσία ταυτότητας χρησιμοποιούν πιο αυστηρούς ορισμούς. Έτσι έχουμε ως αποτέλεσμα, η υπηρεσία να πρέπει να λειτουργήσει ως συστατικό σύμφωνα με τους κανόνες της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής. Αυτός ο πιο αυστηρός ορισμός περιορίζει το IDaaS στις νεώτερες υπηρεσίες λογισμικού.

Γενικά μια ταυτότητα ορίζεται ως ένα σύνολο χαρακτηριστικών - γνωρισμάτων που καθιστούν κάτι αναγνωρίσιμο ή γνωστό. Στα συστήματα δικτύων υπολογιστών, αυτό το σύνολο αποτελεί η ψηφιακή ταυτότητα κάποιου ατόμου.

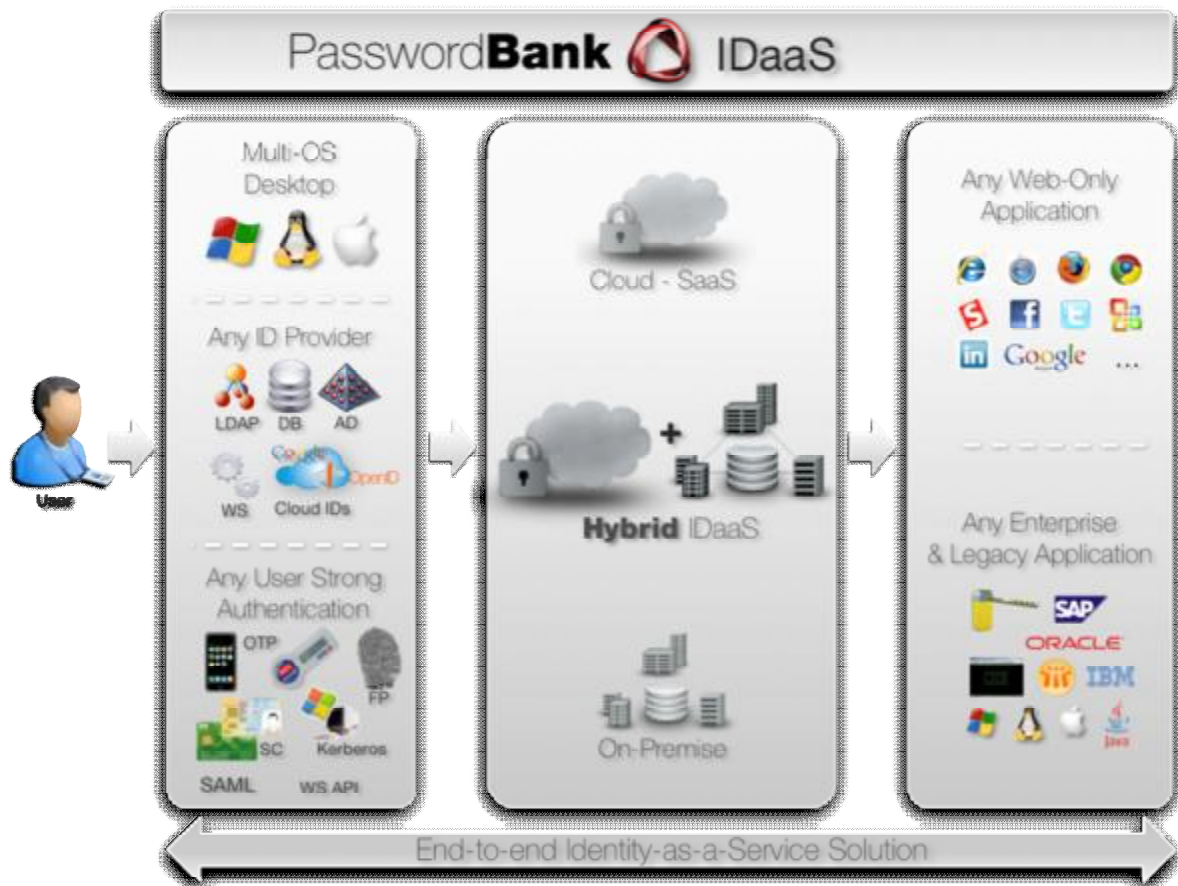
Η ψηφιακή ταυτότητα είναι οι ιδιότητες και τα μετα-δεδομένα ενός αντικειμένου μαζί με ένα σύνολο σχέσεων με άλλα αντικείμενα που το καθιστούν αναγνωρίσιμο. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλα τα αντικείμενα είναι μοναδικά, αλλά εξ ορισμού μια ψηφιακή ταυτότητα πρέπει να είναι μοναδική, μέσω της ανάθεσης ενός μοναδικού γνωρίσματος.

Οι βάσεις δεδομένων αποθηκεύουν τις πληροφορίες και τις σχέσεις σε πίνακες, γραμμές και στήλες. Η ταυτότητα των πληροφοριών που αποθηκεύεται κατ' αυτό τον τρόπο είναι σύμφωνη με την έννοια μιας οντότητας και οι αρχιτέκτονες των βάσεων δεδομένων προσπαθούν πάντα να βρουν τον βέλτιστο τρόπο για τη μείωση του συνόλου των δεδομένων τους σε ένα βασικό σύνολο από ταυτότητες.

Όταν μία ταυτότητα ανήκει σε ένα πρόσωπο, μπορεί να περιλαμβάνει τα εξής:

- **Πράγματα που είμαστε:** Βιολογικά χαρακτηριστικά όπως η ηλικία, το φύλο, το γένος, η εμφάνιση, κ.τ.λ.
- **Πράγματα που γνωρίζουμε:** Βιογραφία, προσωπικά στοιχεία όπως οι αριθμοί ασφάλειας, τους προσωπικούς κωδικούς ασφάλειας - PINs, το μέρος που πήγαμε σχολείο, κ.τ.λ.
- **Πράγματα που έχουμε:** Τα δακτυλικά αποτυπώματα, ένα τραπεζικό λογαριασμό στον οποίο μπορούμε να έχουμε πρόσβαση, ένα κλειδί ασφάλειας που μας δόθηκε, αντικείμενα που κατέχουμε, κ.τ.λ.

- **Πράγματα που σχετιζόμαστε:** Η οικογένεια και οι φίλοι μας, μια άδεια λογισμικού, πεποιθήσεις και αξίες, δραστηριότητες, προσωπικές πεποιθήσεις και επιλογές, ένα λογαριασμό iGoogle, κ.τ.λ.



Εικόνα 23: Ταυτότητα ως Υπηρεσία⁴²

⁴² <http://www.crunchbase.com/company/passwordbank>

3.2.4.2 Συμμόρφωση ως υπηρεσία (Compliance as a Service - CaaS)

Σε ότι αφορά το υπολογιστικό νέφος, αυτό διαθέτει από τη φύση του διάφορες αρμοδιότητες. Οι νόμοι της χώρας στην οποία γίνεται η αίτηση μπορεί να διαφέρουν με τους νόμους της χώρας όπου το αίτημα υποβάλλεται σε επεξεργασία και είναι πιθανό να διαφέρουν και με τους νόμους της χώρας όπου η υπηρεσία παρέχεται.

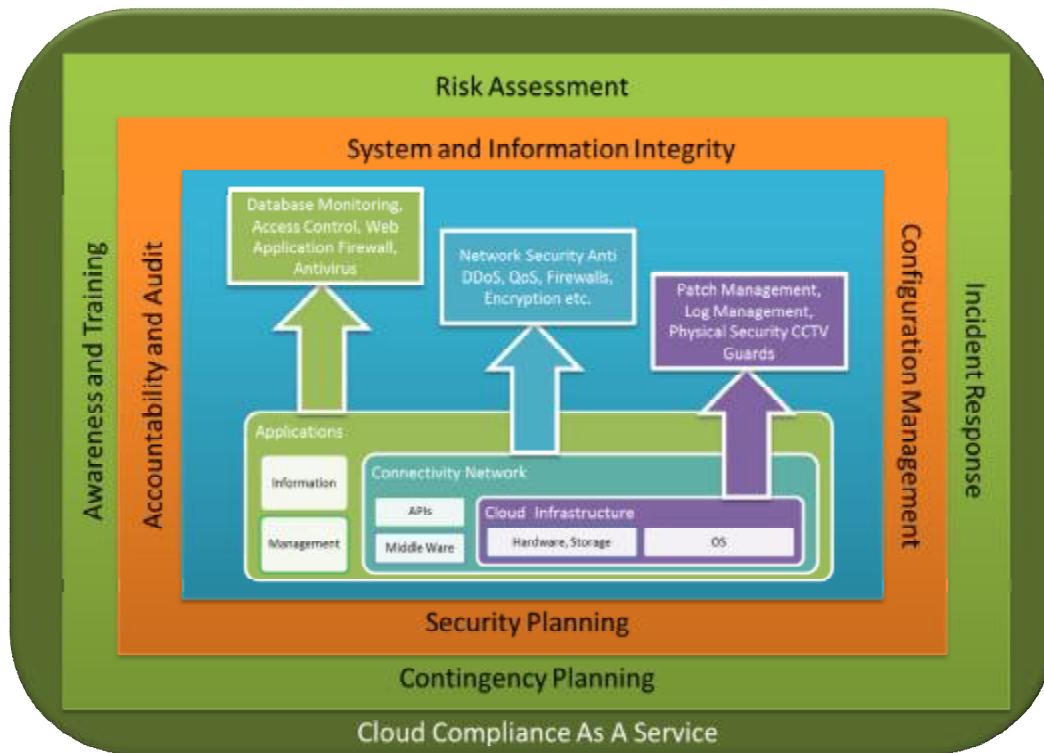
Η συμμόρφωση είναι κάτι πολύ περισσότερο από απλά μια παρεχόμενη υπηρεσία, έτσι ώστε κάποιος να μπορεί να έχει πρόσβαση σε έναν πόρο. Η συμμόρφωση είναι ένα σύνθετο ζήτημα το οποίο απαιτεί ιδιαίτερη πείρα.

Μια εφαρμογή Συμμόρφωσης ως Υπηρεσία (Compliance as a Service - CaaS) χρειάζεται για να διαδραματίσει τον ρόλο της τρίτης έμπιστης οντότητας. Τα CaaS πρέπει να δομηθούν σε μια Προσανατολισμένη στις Υπηρεσίες Αρχιτεκτονική (Service Oriented Architecture-SOA) προκειμένου να είναι έμπιστα.

Ένα CaaS πρέπει να παρέχει τα ακόλουθα:

- Να διαχειριστεί τις σχέσεις νέφους,
- Να καταλαβαίνει τις πολιτικές ασφάλειας και τις διαδικασίες,
- Να γνωρίζει πως να χειριστεί τις πληροφορίες και τη διαχείριση της ιδιωτικότητας,
- Να τηρεί αρχειοθέτηση,
- Να επιτρέπει στο σύστημα να υποβάλλονται ερωτήματα,
- Να μπορούν όλα τα επίπεδα να συμπεριληφθούν σε μία συμφωνία επιπέδου υπηρεσίας (Service Level Agreement).

Το CaaS μπορεί να αποτελέσει μια υπηρεσία μεγάλης προστιθέμενης αξίας για έναν οργανισμό. Προκειμένου να εφαρμοστεί το CaaS, μερικές επιχειρήσεις οργανώνονται σε μια δομή που συνήθως αναφέρεται ως "κάθετα νέφη", τα οποία είναι νέφη που ειδικεύονται στη κάθετη αγορά.



Εικόνα 24: Συμμόρφωση ως υπηρεσία⁴³

⁴³ <http://www.cogno-sys.com/cloud-azure-amazon-open-stack/cloud-compliance-service/>

3.2.4.3 Υλικό ως υπηρεσία (Hardware as a Service - Haas)

Όσον αφορά το υλικό ως υπηρεσία (Haas - Hardware as a Service), αποτελεί μια διαφορετική μορφή υπηρεσίας η οποία είναι διαθέσιμη στους χρήστες. Η συγκεκριμένη υπηρεσία εν αντιθέσει με τις υπόλοιπες προσφέρει στον χρήστη το υλικό εκείνο, προκειμένου να έχει την δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε αυτό.

Επιπλέον, γίνεται γνωστό το ότι οι πόροι της συγκεκριμένης υπηρεσίας χρησιμοποιούν και το μοντέλο πολλαπλής μίσθωσης. Ακόμη, στην υπηρεσία αυτή ο χρήστης χρεώνεται ανάλογα με τους υπολογιστικούς πόρους που καταναλώνει. Οι πόροι αυτοί μπορεί να είναι ο εξοπλισμός του δικτύου, η μνήμη, ο χώρος αποθήκευσης, η ΚΜΕ κ.ά. Τέλος, παρέχεται στους χρήστες η συνδεσιμότητα με το διαδίκτυο, όπου τους επιτρέπεται να αποκτούν πρόσβαση στο υλικό από τις επιχειρήσεις τους, καθώς επίσης και ένα περιβάλλον εικονικών πλατφορμών.



Εικόνα 25: Υλικό ως Υπηρεσία⁴⁴

⁴⁴ <http://www.iteamnm.com/haas.html>

3.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Υπολογιστικού νέφους

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, οι Peter Mell και Tim Grance [7] ταξινόμησαν το υπολογιστικό νέφος σε τρία μοντέλα SPI υπηρεσιών (SaaS, PaaS και IaaS) και αντίστοιχα σε τέσσερις τύπους νεφών (public, private, community και hybrid). Ακολούθως όρισαν πέντε ουσιαστικά χαρακτηριστικά, τα οποία πρέπει τα συστήματα υπολογιστικών νεφών να είναι σε θέση να προσφέρουν και τα οποία εξετάστηκαν στην ενότητα 3.1.

3.3.1 Πλεονεκτήματα υπολογιστικού νέφους

Με βάση τα χαρακτηριστικά και αφού εξετάστηκαν οι τύποι νεφών και τα μοντέλα υπηρεσιών, ακολούθως παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους:

- **Αυτοεξυπηρέτηση κατόπιν απαίτησης (On-demand self-service):** Αναφέρεται στην ικανότητα του χρήστη να αξιοποιεί τους πόρους των υπολογιστών, όταν και όποτε τους χρειάζεται χωρίς να είναι απαραίτητη η αλληλεπίδρασή του με τον πάροχο της κάθε υπηρεσίας νέφους μεμονωμένα.
- **Ευρεία πρόσβαση στο δίκτυο (Broad network access):** Αναφέρεται στην δυνατότητα πρόσβασης του χρήστη, στους υπολογιστικούς πόρους του νέφους, που είναι διαθέσιμοι στο δίκτυο, μέσω τυποποιημένων μεθόδων. Οι εν λόγω μέθοδοι, προωθούν τη χρήση ετερογενών λειτουργικών συστημάτων από την πλευρά του χρήστη όπως είναι τα laptop, τα tablets, τα smartphones, τα Macs και τα PDA' s.
- **Μετρήσιμη ποσότητα υπηρεσίας (Measured service):** Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η χρήση των πόρων υπολογιστικού νέφους μετριέται ποσοτικά, ελέγχεται, και αναφέρεται στον χρήστη, βάση ενός συστήματος μέτρησης. Ένας χρήστης χρεώνεται βάση του επίπεδου των υπηρεσιών που του παρέχονται και μέσω μιας γνωστής μετρικής, όπως π.χ. η χρησιμοποιούμενη ποσότητα αποθήκευσης, ο αριθμός των δοσοληψιών, η είσοδος/έξοδος, το εύρος ζώνης, η χρησιμοποιούμενη ποσότητα επεξεργαστικής ισχύος και ούτω καθεξής.
- **Ταχεία ελαστικότητα (Rapid elasticity):** Οι δυνατότητες που προσφέρει το νέφος, μπορούν να παρέχονται στους αιτούμενους χρήστες και να απελευθερώνονται από

αυτούς με ελαστικό τρόπο, σε αρκετές περιπτώσεις με αυτόματο τρόπο. Από την πλευρά του χρήστη, οι πόροι υπολογιστικού νέφους πρέπει να φαίνονται απεριόριστοι και να μπορούν να αποκτηθούν οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιαδήποτε ποσότητα.

- **Συγκέντρωση πόρων με το μοντέλο δεξαμενής (Resource pooling):** Ένας πάροχος υπηρεσιών νέφους δημιουργεί πόρους που συγκεντρώνονται μαζί σε ένα σύστημα που υποστηρίζει το μοντέλο “πολλαπλής μίσθωσης”, δηλαδή την ταυτόχρονη εξυπηρέτηση πολλών καταναλωτών. Επίσης φυσικά και εικονικά συστήματα διανέμονται η αναδιανέμονται δυναμικά όπως απαιτείται από τις εκάστοτε ανάγκες του καταναλωτή, ο οποίος όμως δεν έχει γνώση της ακριβούς θέσης των πόρων αυτών. Τέτοιοι πόροι είναι οι εικονικές μηχανές, η μνήμη και ο αποθηκευτικός χώρος.

Εκτός από αυτά τα πέντε βασικά χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους, υπάρχουν ακόμα κάποια πρόσθετα πλεονεκτήματα, τα οποία είναι:

- **Χαμηλότερο κόστος (Lower costs):** Λόγω του ότι τα δίκτυα νέφους λειτουργούν με υψηλότερη αποδοτικότητα και με μεγαλύτερο βαθμό αξιοποίησης, είναι σύνηθες το φαινόμενο της σημαντικής μείωσης των δαπανών.
- **Αξιοπιστία (Reliability):** Τόσο η κλίμακα των δικτύων υπολογιστικού νέφους όσο και η δυνατότητα τους να υλοποιούν εξισορρόπηση φόρτου και εφεδρική λειτουργία, καθιστούν τα νέφη ιδιαίτερα αξιόπιστα, συχνά πιο αξιόπιστα από αυτό που μπορεί να επιτευχθεί σε έναν απλό οργανισμό.
- **Ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service):** Η ποιότητα της υπηρεσίας (QoS) είναι κάτι το οποίο μπορεί να συμφωνηθεί στα πλαίσια της σύμβασης με τον προμηθευτή.
- **Εξωτερική ανάθεση της διαχείρισης τεχνολογιών πληροφοριών (Outsourced IT management):** Η προσέγγιση που ακολουθεί το υπολογιστικό νέφος, επιτρέπει στους χρήστες του να αναθέτουν τη διαχείριση των υπολογιστικών πόρων σε τρίτους, εντός ή εκτός της επιχείρησης. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται μια σημαντική μείωση των δαπανών στελέχωσης σε προσωπικό πληροφορικής.

- **Ευκολία χρησιμοποίησης (Ease of utilization):** Ανάλογα με τον τύπο υπηρεσίας που προσφέρεται, μπορεί να μην απαιτούνται οι άδειες χρήσης υλικού ή λογισμικού για τη χρήση των υπηρεσιών.
- **Απλουστευμένη συντήρηση και αναβάθμιση (Simplified maintenance and upgrade):** Στο υπολογιστικό νέφος, μπορούν να εφαρμόζονται αναβαθμίσεις λογισμικού καθώς και να δημιουργούνται αντίγραφα ασφάλειας. Αυτό σημαίνει πως οι χρήστες έχουν πάντα πρόσβαση στις πιο πρόσφατες εκδόσεις λογισμικού.
- **Χαμηλό κόστος αρχικής επένδυσης (Low Barrier to Entry):** Ειδικότερα, οι αρχικές ανάγκες επένδυσης κεφαλαίου μειώνονται σημαντικά.

3.3.2 Μειονεκτήματα υπολογιστικού νέφους

Παρόλο που τα πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους είναι σημαντικά, υπάρχουν και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα τα οποία είναι:

- Το βασικότερο ίσως μειονέκτημα του υπολογιστικού νέφους, είναι η ιδιωτικότητα και η ασφάλεια. Με άλλα λόγια, αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα του οργανισμού μεταφέρονται σε συστήματα που δεν είναι πλέον υπό τον έλεγχό του. Έτσι διατρέχεται επιπρόσθετος κίνδυνος διάπραξης αδικήματος από κάποιον τρίτο μέρος. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι δεν μπορούμε να βασιστούμε απόλυτα σε έναν πάροχο νέφους ώστε να διατηρήσει την ιδιωτικότητα των δεδομένων ενός οργανισμού, όποια και αν είναι η αυστηρότητα του νομοθετικού και κανονιστικού πλαισίου.
- Είναι γενικά αποδεκτό ότι υπάρχει συγκριτικό πλεονέκτημα στη χρήση του υπολογιστικού νέφους από μικρές επιχειρήσεις έναντι μεγάλων οργανισμών. Ο κύριος λόγος για αυτό, είναι ότι οι μεγάλοι οργανισμοί έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν προσωπικό πληροφορικής και ενέργειες σχεδίασης κατάλληλου λογισμικού για τις ιδιαίτερες ανάγκες τους.
- Ένα άλλο μειονέκτημα σχετίζεται με το γεγονός ότι, πολλές φορές όταν χρησιμοποιείται μια εφαρμογή ή μια υπηρεσία στο νέφος, γίνεται χρήση κάποιου/ων στοιχείων (εφαρμογών ή υπηρεσιών) που δεν είναι απαραίτητως τόσο εξατομικευμένα (τουλάχιστον στο βαθμό που κάποιος ενδεχομένως επιθυμεί). Επιπλέον, αν και πολλές

εφαρμογές υπολογιστικού νέφους είναι πολύ εξελιγμένες, οι «παραδοσιακές» εφαρμογές που αναπτύσσονται από διάφορες εταιρείες έχουν πολλές λειτουργίες που δεν περιλαμβάνονται σε εκείνες που είναι διαθέσιμες εντός του υπολογιστικού νέφους.

- Το υπολογιστικό νέφος είναι κατά βάση ένα άναρχο σύστημα (όπως άλλωστε είναι και το Διαδίκτυο). Όλα τα αιτήματα που υποστηρίζονται από το πρωτόκολλο HTTP (PUT, GET, κ.ά.) είναι αιτήματα σε έναν πάροχο υπηρεσιών, ο οποίος τα επεξεργάζεται και στη συνέχεια στέλνει μια απάντηση. Κατόπιν ο εξυπηρετούμενος μπορεί να αποστείλει νέο αίτημα και να λάβει νέα απάντηση κ.ο.κ. Αν και μπορεί να μοιάζει ότι συνεχίζεται μια συνομιλία μεταξύ του πελάτη και του παρόχου, στην ουσία υπάρχει μια αρχιτεκτονική αποσύνδεση μεταξύ διαφορετικών αιτημάτων, η οποία εισάγει μία έλλειψη κατάστασης, που έχει με τη σειρά της ως αποτέλεσμα τα μηνύματα να ταξιδεύουν σε διαφορετικές διαδρομές και τα δεδομένα να φθάνουν χωρίς αλληλουχία. Επομένως, για να επιβληθεί η συνοχή των δοσοληψιών στο σύστημα, χρειάζεται να προστεθούν ορισμένες τεχνικές, κυρίως με τη μορφή μεσιτών υπηρεσιών, διαχειριστών δοσοληψιών κ.λπ. Αυτό στη συνέχεια μπορεί να επηρεάσει κατά πολύ την απόδοση ορισμένων εφαρμογών.
- Τέλος, ένα ακόμα μειονέκτημα που συναντάται, σχετίζεται με το ότι οι περισσότεροι οργανισμοί βρίσκονται αντιμέτωποι με νομοθετικά και κανονιστικά ζητήματα που αφορούν τη λειτουργία τους. Στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (Ε.Ο.Κ.) έχει μια σειρά από δικές της νομοθεσίες σχετικά με τις επιχειρήσεις. Η επέκταση ενός υπολογιστικού νέφους μεταξύ διαφόρων χωρών μπορεί να έχει το μειονέκτημα της συμμόρφωσης με μια σειρά διαφορετικών νόμων (ανάλογα με το τι ισχύει στη κάθε χώρα) και κατά συνέπεια τα ένδικα μέσα (π.χ. η προσφυγή κατά του παρόχου νέφους για ένα θέμα παραβίασης ιδιωτικότητας) δεν είναι απόλυτα σαφές με ποιά νομοθεσία θα κριθεί. Οι νόμοι και οι ρυθμιστικές διατάξεις των περισσότερων χωρών τοποθετούν ολόκληρο το φορτίο ευθύνης επάνω στον πελάτη.

4 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΗΣΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΝΕΦΟΥΣ

Ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάστηκε το Διαδίκτυο γενικά προβλέπει τη μεταχείριση της κάθε μιας αίτησης που πραγματοποιείται σ' έναν εξυπηρετητή ως μια ανεξάρτητη δοσοληψία. Για το λόγο αυτό, όλες οι βασικές HTTP (Hypertext Transfer Protocol Secure) εντολές είναι ατομικής φύσεως - όπως για παράδειγμα:

- Η GET για την ανάγνωση δεδομένων,
- Η PUT για την εγγραφή δεδομένων, κ.ά.

Επιπλέον, η σχεδίαση των διαδικτυακών πρωτοκόλλων αλλά και των κατανεμημένων εφαρμογών του Διαδικτύου, έχει γίνει θεωρώντας τα ως υπηρεσίες χωρίς καταστάσεις (stateless).

Ωστόσο, ενώ οι εξυπηρετές χωρίς καταστάσεις είναι πιο εύκολο να σχεδιαστούν, πολλές λειτουργίες απαιτούν τη διατήρηση καταστάσεων. Ως παράδειγμα, ας θεωρήσουμε ένα σύστημα κρατήσεων, το οποίο χρησιμοποιεί κάποιος πελάτης με σκοπό να προμηθευτεί κάποιο προϊόν.

Οι ενέργειες που ακολουθεί ο πελάτης είναι οι ακόλουθες:

- Αρχικά εξετάζει τον κατάλογο.
- Ύστερα κάνει κράτηση στο προϊόν που τον ενδιαφέρει.
- Στο τέλος πληρώνει γι' αυτό το προϊόν.

Σε ένα σύστημα με πολλούς χρήστες, εάν δεν υποστηρίζονται καταστάσεις, ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος δεν θα έχει τη δυνατότητα να γνωρίζει εάν το προϊόν που επιθυμεί είναι ήδη κρατημένο από κάποιον άλλο χρήστη. Αυτό θα του γνωστοποιηθεί τη στιγμή που θα ετοιμαστεί να το πληρώσει. Επίσης, στο σύστημα που υποστηρίζει καταστάσεις, είναι πολύ πιο εύκολο να επιστραφεί ένα προϊόν στην αποθήκη και εν συνεχεία να επιστραφούν τα χρήματα που πληρώθηκαν, εάν είναι εφικτό να επαναληφθούν τα βήματα που έγιναν για την αγορά του προϊόντος, από την αντίστροφη όμως κατεύθυνση (στο πλαίσιο των υπηρεσιών διαδικτύου, η επανάληψη αυτή αναφέρεται με τον όρο δοσοληψίες αποζημίωσης - compensating transactions).

Έχει γίνει εκτενής έρευνα σε σχέση με το πώς είναι δυνατόν να υποστηριχθούν πλήρως τα σημασιολογικά χαρακτηριστικά των δοσοληψιών που παρέχονται από τους εξυπηρέτες με διατήρηση καταστάσεων, πάνω σε εξυπηρέτες που δεν διατηρούν καταστάσεις. Στο πλαίσιο αυτό έχουν προταθεί τα ακόλουθα:

- Ανάπτυξη εποπτών δοσοληψιών.
- Ανάπτυξη εξυπηρετών ουράς μηνυμάτων.
- Ανάπτυξη άλλου λογισμικού.

Η υπολογιστική νέφος προσφέρει δυνατότητες υλοποίησης δοσοληψιών, κυρίως μέσω των ακόλουθων λύσεων:

- της έννοιας της «ενορχήστρωσης», όπου η ροή διεργασιών μπορεί να θεωρηθεί ως μια υπηρεσία.
- της έννοιας του διαύλου υπηρεσιών (service bus) που ελέγχει τα στοιχεία ενός νέφους.

4.1 Μεταφορά εφαρμογών στο νέφος

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο χρόνος που πρέπει να μεταφερθούν κάποιες εφαρμογές στο νέφος, δηλαδή να προσφέρονται πλέον μέσω του νέφους και όχι με τον «παραδοσιακό» τρόπο, θα πρέπει να αναλυθεί το κατά πόσο χρειάζονται να υποστηριχθούν κάποια κρίσιμα χαρακτηριστικά γνωρίσματα στις εφαρμογές αυτές. Αφού κατανοηθούν αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, τότε μπορεί να αποφασιστεί κατά πόσο το νέφος είναι σε θέση να τα υποστηρίξει.

Τέτοια χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι τα ακόλουθα τρία:

- Η πρόσβαση σε δεδομένα.
- Οι καθυστερήσεις.
- Η ασφάλεια δεδομένων.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως κατά τη μετακίνηση μιας εφαρμογής στο νέφος, πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι προγραμματιστικές διασυνδέσεις εφαρμογών APIs (Application programming interface) του συγκεκριμένου παρόχου υπηρεσιών του νέφους. Ειδικότερα, υπάρχουν προγραμματιστικές διασυνδέσεις εφαρμογών (APIs) για κάθε ένα τύπο υπηρεσίας του νέφους:

- Υποδομής,
- Υπηρεσιών λογισμικού, καθώς και
- Εφαρμογές παρόχων πλατφορμών.

Αυτές οι προγραμματιστικές διασυνδέσεις εφαρμογών δεν είναι διαλειτουργικές, κάτι που σημαίνει ότι παρόλο που μπορεί να αλλάξει η κατάσταση στο μέλλον, εντούτοις, τα στελέχη ανάπτυξης εφαρμογών πρέπει να κάνουν τη καλύτερη επιλογή όσον αφορά τον πάροχο ώστε να τους επιτρέπει την όσο το δυνατό μεγαλύτερη ευελιξία.

4.2 Τρόποι σύνδεσης χρηστών με το νέφος

Οι τρόποι με τους οποίους οι εξυπηρετούμενοι μπορούν να συνδεθούν με το νέφος ποικίλουν. Οι πιο δημοφιλείς τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται η σύνδεση αυτή, είναι οι ακόλουθοι:

- Μέσω ενός προγράμματος πλοήγησης, όπως ο Internet Explorer, ο Mozilla Firefox, κ.ά., ή
- Μέσω μιας εξειδικευμένης εφαρμογής.

Αυτές οι δύο εφαρμογές μπορούν να εκτελούνται σε έναν εξυπηρετητή, έναν υπολογιστή γραφείου, σ' ένα κινητό τηλέφωνο ή σ' ένα tablet. Ωστόσο, όλες οι συσκευές αυτές που αναφέρθηκαν, έχουν κοινό το ότι ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω ενός μη ασφαλούς μέσου. Για μια ασφαλή μετάδοση δεδομένων υπάρχουν οι εξής τρεις τρόποι:

- Χρήση ενός ασφαλούς πρωτοκόλλου για τη μεταφορά δεδομένων, όπως το Secure Sockets Layer (SSL), το HTTPS, το FTPS, το IPsec, ή η ασφαλής σύνδεση με χρήση του secure shell (SSH) για τη σύνδεση ενός πελάτη με το νέφος.
- Δημιουργία μιας εικονικής σύνδεσης με χρήση ενός εικονικού ιδιωτικού δικτύου (Virtual Private Network, VPN), ή με χρήση ενός απομακρυσμένου πρωτοκόλλου μεταφοράς δεδομένων όπως είναι το Microsoft RDP ή το Citrix ICA, όπου τα δεδομένα προστατεύονται από ένα μηχανισμό σήραγγας (tunneling).
- Κρυπτογράφηση των δεδομένων έτσι ώστε ακόμα κι αν η ροή των δεδομένων διακοπεί για κάποιο λόγο ή παρεμποδιστεί, να μη τίθεται σημαντικό πρόβλημα διαρροής των αποκρυπτογραφημένων δεδομένων.

Σε πολλές περιπτώσεις, οι συνδέσεις από την πλευρά των εξυπηρετούμενων, χρησιμοποιούν δύο ή περισσότερους από τους παραπάνω τρόπους για την επικοινωνία τους με το νέφος. Ας θεωρήσουμε ένα παράδειγμα χρήσης μη ασφαλούς επικοινωνίας για την επικοινωνία με το νέφος: Έστω η υποδομή ενός ξενοδοχείου που συνδέεται στο Διαδίκτυο ώστε να μπορεί κάποιος χρήστης να συνδεθεί με τις υπηρεσίες του ξενοδοχείου. Επιπρόσθετα, το δίκτυο του ξενοδοχείου δεν προστατεύεται από κάποιο τείχος προστασίας (firewall). Έτσι οι χρήστες επιλέγουν να φέρουν μαζί τους φορητούς δρομολογητές, οι οποίοι τους παρέχουν ένα

προσωπικό τείχος προστασίας (firewall) σε μορφή υλικού, και οι φορητοί αυτοί δρομολογητές δημιουργούν ένα εικονικό ιδιωτικό δίκτυο (VPN), όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως.

4.3 Χαρακτηριστικά εφαρμογών στο νέφος

Κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής στο νέφος, θα πρέπει αναλυθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του κατανεμημένου συστήματος (δηλαδή του Διαδικτύου στη περίπτωση μας) αλλά και των θεμελιωδών χαρακτηριστικών που προσφέρουν τα νέφη. Κάθε εφαρμογή μπορεί να εκτελείται πλήρως ή μερικώς στο νέφος. Τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά που πρέπει να προσφέρει ένα νέφος είναι τα ακόλουθα:

- Αφαιρετικότητα συστήματος και επαναπροσανατολισμός.
- Εξελιξιμότητα.
- Σύνολο προγραμματιστικών διασυνδέσεων εφαρμογών (APIs) της εφαρμογής και του συστήματος
- Μικρές καθυστερήσεις στα τοπικά δίκτυα υπολογιστών (Local Area network-LAN) και στα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area network-WAN).

Αρχικά κατά τη μεταφορά της εφαρμογής στο νέφος, το στέλεχος ανάπτυξης θα πρέπει να εξετάσει εάν οι λειτουργίες της εφαρμογής εξυπηρετούνται καλύτερα από το νέφος ή την συνήθη τοπική ανάπτυξη. Η απάντηση εξαρτάται σ' ένα πολύ μεγάλο ποσοστό από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της εφαρμογής που προσπαθεί να συντηρήσει ή να ενισχύσει.

Επίσης η θέση μιας εφαρμογής ή μιας υπηρεσίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο τρόπο με τον οποίο πρέπει να κατασκευαστεί και να αναπτυχθεί μια εφαρμογή. Ειδικότερα, μια εφαρμογή ή μια διαδικασία που εκτελείται σ' έναν υπολογιστή γραφείου ή σε έναν εξυπηρετητή, εκτελείται συνεκτικά και ενιαία ως μια μονάδα, κάτω από τον έλεγχο ενός προγράμματος. Με λίγα λόγια μια ενέργεια προξενεί τα εξής:

- Αρχικά, προκαλεί μια κλήση προγράμματος,
- Εν συνεχεία, εκτελείται ο κώδικας και
- Τελικά, επιστρέφεται ένα αποτέλεσμα.

Στη συνέχεια ας θεωρήσουμε τις ατομικές δοσοληψίες. Ως ατομική δοσοληψία θεωρούμε μία ακολουθία συμβάντων της μορφής: αίτηση - διαδικασία - απόκριση. Όμως καθώς η δοσοληψία εκτελείται τοπικά μέσα σε μια εφαρμογή, η διαδικασία έχει καταστάσεις και κατά συνέπεια η δοσοληψία είναι συνεπής και η κατάστασή της είναι πάντα γνωστή. Μια συνεπής δοσοληψία είτε πετυχαίνει, ολοκληρώνεται και μονιμοποιείται είτε αποτυγχάνει και επιστρέφει στην προηγούμενη κατάσταση. Όταν δεν μπορεί να γίνει η επιστροφή στη προηγούμενη κατάσταση (φαινόμενο που ονομάζεται και rollback) λόγω πιθανής δέσμευσης της δοσοληψίας σε μια εφαρμογή πολλών χρηστών, τότε απαιτείται η διόρθωση της κατάστασης ή η εκτέλεση κάποιας αντισταθμιστικής ενέργειας σε μεταγενέστερο χρόνο.

Μια εφαρμογή που εκτελείται ως υπηρεσία στο Διαδίκτυο, αποτελείται από δυο μέρη:

- Αυτό του εξυπηρετούμενου που υποβάλλει μια αίτηση και
- Αυτό του εξυπηρετητή που αποκρίνεται στην αίτηση.

Η αίτηση είναι αποσυνδεδεμένη από την απόκριση, υπό την έννοια ότι η δοσοληψία εκτελείται σε δύο ή περισσότερες τοποθεσίες. Επίσης σε ένα καταναμημένο σύστημα, η δοσοληψία είναι άνευ καταστάσεων. Προκειμένου λοιπόν σε μια καταναμημένη αρχιτεκτονική να δημιουργηθεί ένα σύστημα με καταστάσεις, πρέπει να προστεθεί μία οντότητα με τον ρόλο υπεύθυνος δοσοληψιών. Η ενδιάμεση αυτή οντότητα θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις δοσοληψίες και να αντιδρά αναλόγως όταν οι τελευταίες επιτυγχάνουν ή αποτυγχάνουν.

Τέλος κατά τη μεταφορά των εφαρμογών στο νέφος διατηρούνται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα μιας αρχιτεκτονικής τριών επιπέδων. Επίσης τα φυσικά συστήματα γίνονται εικονικά. Οι εικονικές μηχανές δεν είναι μόνο άνευ καταστάσεων, αλλά και η τοποθεσία όπου πραγματοποιείται η εκτέλεση του προγράμματος μπορεί να είναι διαφορετική κάθε φορά που εκτελείται η διαδικασία.

4.3.1 Ιδιότητες αξιόπιστων δοσοληψιών

Οι ιδιότητες ACID των αξιόπιστων δοσοληψιών διατυπώθηκαν από τον Jim Gray και εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά στην τεχνολογία των βάσεων δεδομένων προς το τέλος της δεκαετίας του '70. Στις μέρες μας χρησιμοποιείται από οποιαδήποτε εφαρμογή που διαβάζει και γράφει σε ένα σύνολο αποθηκευμένων δεδομένων, το οποίο περιλαμβάνει όλους τους τύπους εφαρμογής. Συγκεκριμένα, τα γράμματα της λέξης ACID προέρχονται από τις ακόλουθες τέσσερις λέξεις:

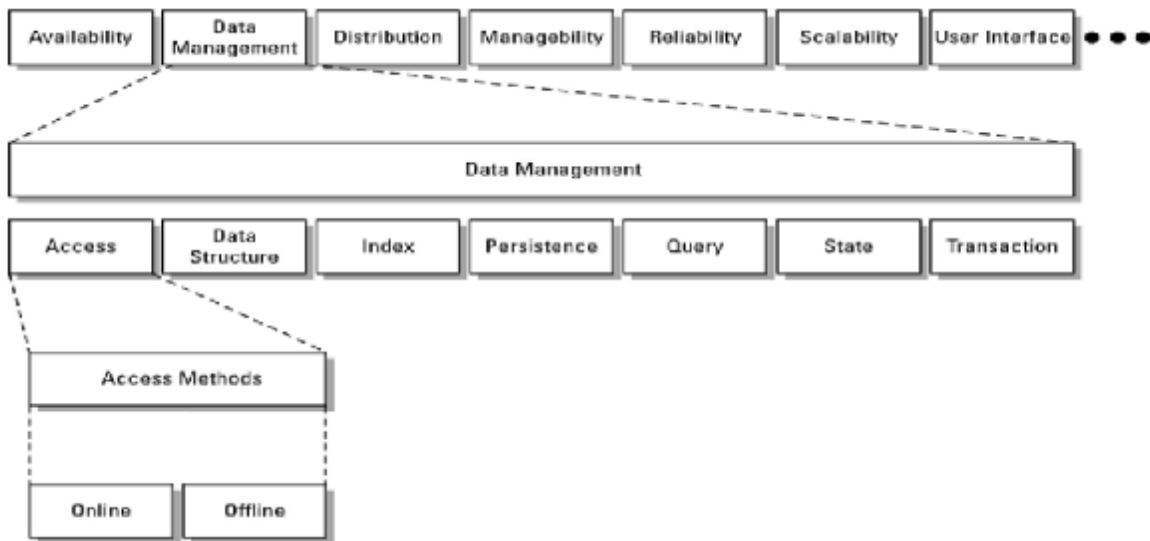
- **Ατομικότητα (Atomicity):** Όσον αφορά την ιδιότητα της ατομικότητας πρέπει να ειπωθεί πως καθορίζει μια δοσοληψία ως κάτι που δεν μπορεί να διαιρεθεί αλλά πρέπει να ολοκληρωθεί ή αντιστρόφως να εγκαταλειφθεί, ως μια ενιαία μονάδα.
- **Συνέπεια (Consistency):** Η ιδιότητα της συνέπειας δηλώνει ότι το σύστημα στο τέλος της δοσοληψίας θα πρέπει να μεταφερθεί από μια γνωστή-συνεπή κατάσταση σε μια άλλη. Επίσης η ιδιότητα αυτή δηλώνει ότι πρέπει να διατηρηθεί η ακεραιότητα του συστήματος.
- **Απομόνωση (Isolation):** Η ιδιότητα της απομόνωσης δηλώνει ότι τα αποτελέσματα μιας δοσοληψίας δεν πρέπει να επηρεάζονται από άλλες δοσοληψίες που τυχόν εκτελούνται την ίδια στιγμή.
- **Διάρκεια (Durability):** Η ιδιότητα της διάρκειας δηλώνει ότι το σύστημα πρέπει να έχει ένα μηχανισμό με τον οποίο, μετά την επιτυχή πραγματοποίηση μιας δοσοληψίας, τα αποτελέσματά της μένουν μόνιμα στο σύστημα.

4.3.2 Χαρτογράφηση λειτουργικότητας

Για να αποφασίσει κάποιος υπεύθυνος να μεταφέρει την εφαρμογή του στο νέφος έτσι ώστε να επωφεληθεί από την ανάπτυξη του νέφους, θα χρειαστεί να αποδομήσει τη λειτουργικότητα της συγκεκριμένης εφαρμογής στα βασικά στοιχεία της και εν συνεχεία να αναγνωρίσει τις λειτουργίες που είναι θεμελιώδεις και που μπορούν να υποστηριχθούν από το νέφος.

Επιπλέον, τα συστήματα δοσοληψιών απαιτούν τα δεδομένα μιας βάσης δεδομένων να διατηρούν την ακεραιότητα των δοσοληψιών του μοντέλου ACID. Για πολλά μη σχεσιακά συστήματα αποθήκευσης στο νέφος, (όπως η υπηρεσία Amazon Simple Storage Service (S3), η υπηρεσία Google Storage, καθώς και η υπηρεσία Windows Azure), η δυνατότητα του συστήματος να διατηρεί την ακεραιότητα των δοσοληψιών μέσω του κλειδώματος των αρχείων, δεν υποστηρίζεται άμεσα. Αυτοί οι τύποι των συστημάτων αποθήκευσης είναι ασφαλείς και αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Διαθέτουν όμως πολύ αργή πρόσβαση στα συγκεκριμένα δεδομένα κι επίσης δεν υποστηρίζουν επερωτήσεις και ανάκτηση πληροφορίας.

Στην επόμενη εικόνα κατασκευάζεται ένα δέντρο ιδιοτήτων για ένα σύστημα δοσοληψιών όπου η λειτουργικότητα αποσυντίθεται σε διαφορετικές περιοχές λειτουργίας. Παρατηρούμε πως στο ανώτερο επίπεδο βρίσκονται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα υψηλού επιπέδου, όπου κάποια από αυτά αφορούν τη λειτουργία της εφαρμογής ενώ κάποια άλλα όχι. Στη συνέχεια, σε καθοδική παράθεση προς το χαρακτηριστικό γνώρισμα της διαχείρισης δεδομένων, το δεύτερο επίπεδο σχετίζεται αρχικά με την προσπέλαση δεδομένων κι έπειτα με την προσπέλαση μεθόδων. Ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό γνώρισμα της εφαρμογής αυτής είναι η ανάγκη προσπέλασης δεδομένων όταν ο εξυπηρετούμενος είναι τόσο online στο νέφος όσο και offline.



Εικόνα 26: Δημιουργία χάρτη χαρακτηριστικών γνωρισμάτων για την παρουσίαση της λειτουργικότητας

Η αλληλεπίδραση της εφαρμογής τόσο με το υπολογιστικό νέφος όσο και με τα δεδομένα καθορίζεται από το αν επιτρέπεται τόσο η προσπέλαση των δεδομένων online όσο και offline. Εάν η εφαρμογή μπορεί να προσπελάσει τα δεδομένα μόνο όταν ο εξυπηρετούμενος είναι online, τότε η τελευταία θα χρειάζεται ως μοναδική αποθήκη δεδομένων (data store), την πρόσβαση στον αποθηκευτικό χώρο που βασίζεται στο νέφος. Ίσως η εφαρμογή θα ήταν εξ ολοκλήρου στο νέφος και θα βασιζόταν στην εφαρμογή πλοήγησης

Με σκοπό να επιτραπεί τόσο η προσπέλαση των δεδομένων του νέφους όσο και η τοπική προσπέλαση δεδομένων, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια υβριδική εφαρμογή αποτελούμενη από τα εξής τμήματα:

- Ένα τμήμα νέφους,
- Ένα τοπικό τμήμα.

Ακόμα και αν η πρόσβαση στα δεδομένα, στο τοπικό σύστημα είναι ένα απλό σύστημα αποθήκευσης, εντούτοις απαιτείται υποστήριξη στην πλευρά του εξυπηρετούμενου. Έτσι, για την υποστήριξη της πρόσβασης στα δεδομένα της εφαρμογής, μπορεί επίσης να χρειαστεί η κατασκευή ενός χαρακτηριστικού γνωρίσματος συγχρονισμού, το οποίο προσθέτει μεγαλύτερη επιβάρυνση στην εφαρμογή.

Αυτού του είδους η χαρτογράφηση μας οδηγεί στα ακόλουθα συμπεράσματα όσον αφορά το υπολογιστικό νέφος:

- Μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί αποθήκευση δεδομένων στο νέφος, ωφελείται περισσότερο από την ανάπτυξή της σε αυτό, σε σχέση με μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί τοπική (offline) αποθήκευση.
- Στην περίπτωση μιας υβριδικής εφαρμογής, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που μπορούν να αντισταθμίσουν το κόστος της τοπικής (offline) αποθήκευσης και να κάνουν πιο λειτουργικό το νέφος. Τέτοιοι είναι η κλιμάκωση (scalability), τα έξοδα καθώς και η διάχυτη, δηλαδή ευρεία, πρόσβαση.

4.3.3 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα εφαρμογής

Η αποδόμηση της λειτουργικότητας μιας συγκεκριμένης εφαρμογής στα βασικά στοιχεία της, αποτελεί μόνο ένα τμήμα της διαδικασίας σε ότι αφορά τη μεταφορά αυτής στο νέφος. Αυτό συμβαίνει διότι κάθε πλατφόρμα νέφους διαθέτει το δικό της σύνολο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που χρειάζεται να χαρτογραφηθούν.

Τα κύρια κριτήρια για να εξαχθεί το συμπέρασμα αν ωφελούνται οι εφαρμογές από την ανάπτυξή τους στο νέφος είναι τα ακόλουθα:

- Δεν υλοποιούν βασικές επιχειρησιακές λειτουργίες.
- Δεν υπάρχουν ευαίσθητα δεδομένα να προστατεύσει.
- Γίνονται ανεκτές υψηλές καθυστερήσεις δικτύου ή χαμηλό εύρος ζώνης δικτύου.
- Είναι εφαρμογές που δεν παρέχουν συγκεκριμένο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.
- Βασίζονται σε τυποποιημένες τεχνολογίες βιομηχανίας.
- Δεν χρειάζεται να είναι προσαρμοσμένες σε κάποιο πρότυπο.
- Είναι αρκετά ώριμες και κατανοητές ώστε να μπορούν να συνδεθούν επιτυχώς στο νέφος.

4.3.4 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα υπηρεσιών νέφους

Εφόσον μέχρι αυτό το σημείο ανάπτυξης, αναφέρθηκαν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα μιας πλατφόρμας, ώστε να ωφελείται μια εφαρμογή από την ανάπτυξή της στο νέφος, ακολουθεί η αντιστοίχιση αυτών των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων με τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των υπηρεσιών νέφους:

- Εφαρμογές.
- Βασικές υπηρεσίες.
- Υποδομή.
- Χαρακτηριστικά γνωρίσματα πλατφορμών.
- Αποθήκευση.

Στο τρέχον στάδιο της ανάπτυξης μιας εφαρμογής, δεν είναι εφικτή η αντιστοίχιση των αναγκών της εφαρμογής μ' ένα σύνολο παρόχων υπηρεσιών νέφους. Αυτό συμβαίνει για τους λόγους ότι ο κάθε πάροχος:

- Έχει μια μοναδική λύση.
- Χρησιμοποιεί τις δικές του προγραμματιστικές διασυνδέσεις εφαρμογών (APIs).
- Παρέχει μοναδικές υπηρεσίες.

Επομένως, κάθε πάροχος υπηρεσιών νέφους απαιτείται να έχει δεξιότητες ανάπτυξης εφαρμογών, καθώς και να παρέχει ολοκλήρωση μεταξύ των νεφών. Ίσως αυτό το φαινόμενο να αλλάξει στο μέλλον καθώς αναπτύσσονται περισσότερα πρότυπα. Όμως προς το παρόν, τα στελέχη ανάπτυξης εφαρμογών πρέπει να αντιστοιχίσουν την εφαρμογή τους με τον καλύτερο πάροχο.

4.3.5 Αφαιρετικότητα συστήματος

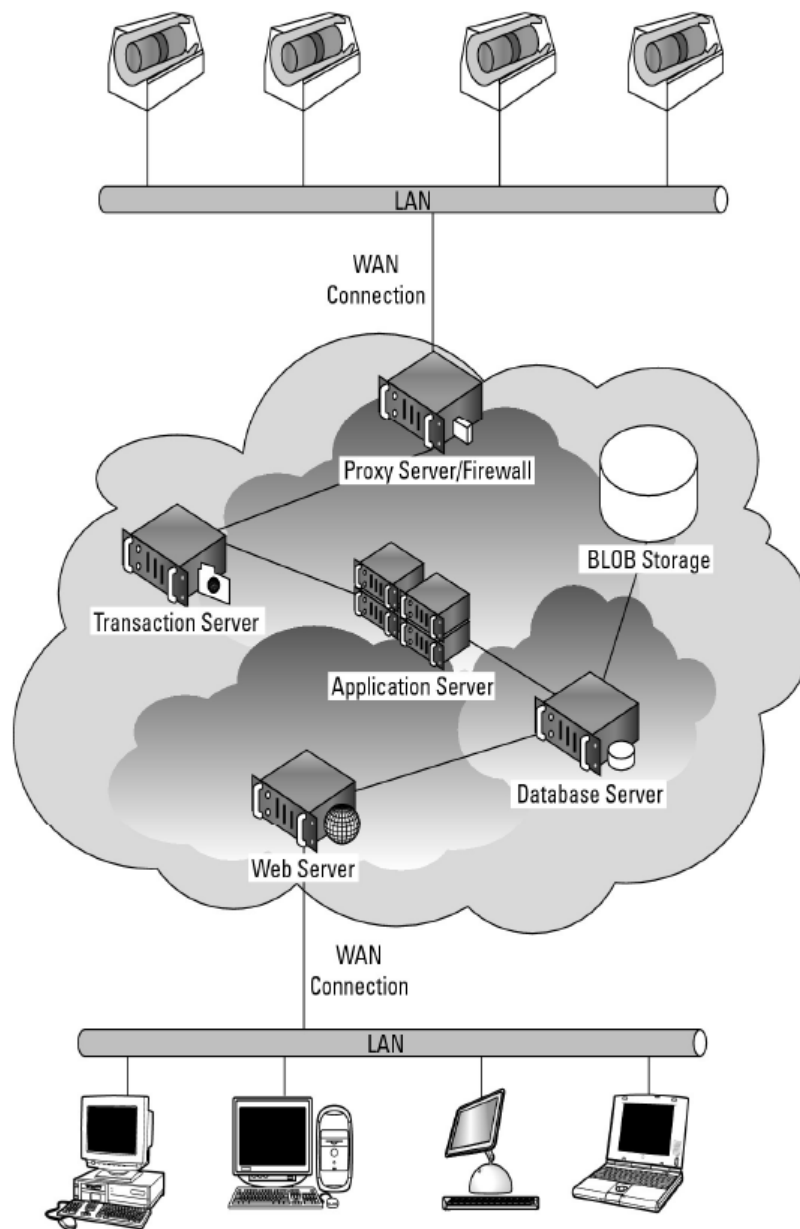
Όπως έχει αναφερθεί και προηγούμενα, το νέφος μετατρέπει τα φυσικά συστήματα σε εικονικά. Ειδικότερα, οι οργανισμοί επιλέγουν να αναπτύξουν εξ ολοκλήρου τα συστήματα τους στο νέφος, έχοντας σαν σκοπό να μπορούν να αναδιαμορφώσουν το βασικό μέρος της διαδικασίας και να εξαλείψουν την έννοια της υποδομής.

Ένα παράδειγμα του φαινομένου αυτού, αποτελεί μια υπηρεσία ιατρικής απεικόνισης. Στο παρελθόν, όπως ήταν σύνηθες, με την υπηρεσία αυτή, δημιουργούνταν απεικονίσεις ασθενών (ακτινογραφίες, τομογραφίες κ.λπ.) κι έπειτα αποθηκεύονταν σε έναν τοπικό υπολογιστή. Εν συνεχεία, αφ' ότου κάποιος αποθήκευε την εικόνα στον υπολογιστή, γινόταν αυτομάτως διαθέσιμη στο τοπικό δίκτυο του νοσοκομείου. Με τον τρόπο αυτό μπορούσε κάποιος γιατρός να τη δει και να την επεξηγήσει. Επιπλέον, όταν οι γιατροί, ήταν εκτός του χώρου του νοσοκομείου, τότε θα χρειαζόταν να εισέλθουν μέσω ενός εικονικού ιδιωτικού δικτύου (Virtual Private Network-VPN) στον εξυπηρετητή του νοσοκομείου προκειμένου να προβάλλουν το αρχείο στον δικό τους υπολογιστή.

Η παραπάνω υπηρεσία απεικόνισης μπορεί να μεταβληθεί κάνοντας χρήση των δύο ακόλουθων τρόπων:

- Αρχικά, εξαλείφεται η έννοια της υποδομής. Αυτό συμβαίνει μέσω της επανανάπτυξης της εφαρμογής μετακινώντας τις αποθηκευμένες εικόνες από το τοπικό δίκτυο LAN του νοσοκομείου στον κοινό αποθηκευτικό χώρο του νέφους. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα εξαλείφει άμεσα την ανάγκη διατήρησης μεγάλης ικανότητας αποθήκευσης τοπικά. Έπειτα, καθώς οι χρήστες της υπηρεσίας προσπελούν τις εικόνες, ενεργοποιείται ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα που απαντάται στα δίκτυα παράδοσης περιεχομένου (Content Delivery Networks) και το οποίο τυπικά ενσωματώνει και ο πάροχος της υπηρεσίας νέφους. Βάσει του χαρακτηριστικού αυτού, το δίκτυο τοποθετεί τα αντίγραφα εικόνων που χρησιμοποιήθηκαν πρόσφατα σε τοποθεσίες που είναι πιο κοντά στους αναγνώστες κι έτσι το σύστημα γίνεται αρκετά γρηγορότερο.
- Στο δεύτερο στάδιο, εξαλείφεται η τοπική επεξεργασία που σχετίζεται με τις μηχανές απεικόνισης, δηλαδή με τη συλλογή των στοιχείων και των δεδομένων.

Επιπροσθέτως, στο νέο σύστημα όπως απεικονίζεται και στην παρακάτω εικόνα, τα αρχεία δημιουργούνται τοπικά και μεταφέρονται στο νέφος. Επίσης οι εικονικές μηχανές επεξεργάζονται τις απεικονίσεις. Ακόμα το σύστημα ενσωματώνει λειτουργικότητα ουράς μηνυμάτων, έτσι ώστε να παρέχεται μία ομαλή ροή αιτήσεων προς τον εξυπηρετητή. Όσον αφορά τις χρονικές περιόδους που διακινείται το μέγιστο φορτίο, το σύστημα δημιουργεί αυτόματα νέα στιγμιότυπα για να χειριστεί το φόρτο εργασίας.



Εικόνα 27: Εφαρμογή που αναπτύσσεται εξ ολοκλήρου στο νέφος

Τέλος, όταν ο εξυπηρετητής της εφαρμογής ολοκληρώσει την επεξεργασία απεικόνισης ακολουθεί την εξής διαδικασία:

- Αρχικά, ενημερώνει την ουρά αναμονής μηνυμάτων,
- Στη συνέχεια, καταγράφει το αποτέλεσμα σε μια βάση δεδομένων, και
- Τέλος, παρουσιάζει το αποτέλεσμα σε μια ιστοσελίδα, η οποία κι αυτή με τη σειρά της διατίθεται μέσω του νέφους.

Το σύστημα που αναπτύσσεται στο νέφος είναι πιο αποδοτικό, διότι το σύστημα εκτελεί τις επεξεργασίες πάντα στο βέλτιστο φόρτο εργασίας του. Επίσης, η υποδομή, ο αποθηκευτικός χώρος και το σύστημα ουράς εξαλείφουν μεγάλο μέρος του κόστους και της λειτουργικής πολυπλοκότητας.

Στη συνέχεια, οι απεικονίσεις είναι διαθέσιμες, πάντα μέσω ενός προγράμματος πλοήγησης και επειδή το σύστημα έχει ικανότητα κλιμάκωσης, η υπηρεσία απεικόνισης μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες ιστοσελίδες. Τέλος, ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό έχει να κάνει με την εξοικονόμηση χρόνου. Δηλαδή όταν αποφασιστεί να γίνει μετασχηματισμός των εικόνων σε διαφορετικές μορφοποιήσεις (formats), η διαδικασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί στον κεντρικό εξυπηρετητή και όχι στα διαφορετικά συστήματα απεικόνισης.

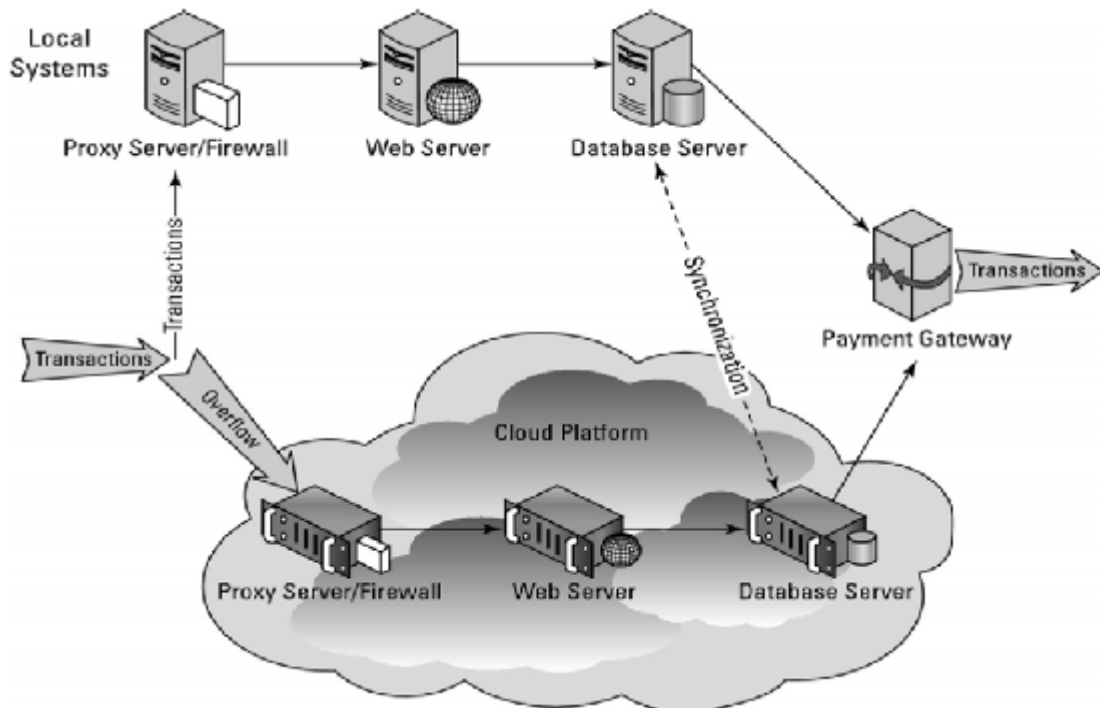
4.3.6 Έκρηξη νέφους (cloud bursting)

Οι περισσότερες εφαρμογές νέφους είναι υβριδικές, μιας και ένα μέρος τους βρίσκεται σ' ένα τοπικό σύστημα, ενώ ένα άλλο μέρος τους βρίσκεται στο νέφος. Ένας από τους πιο σημαντικούς λόγους για τον οποίο είναι επιθυμητό αυτό το γεγονός (το οποίο γεγονός ονομάζεται έκρηξη νέφους), έχει να κάνει με το ότι το νέφος μπορεί να εξυπηρετήσει ως επιπρόσθετη χωρητικότητα σε περιόδους μεγάλου φόρτου εργασίας.

Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων (με μεγάλο όγκο εργασίας σε μικρές χρονικές περιόδους) αποτελούν τα συστήματα επεξεργασίας δοσοληψιών και πιο συγκεκριμένα τα συστήματα κρατήσεων. Σε ένα σύστημα κρατήσεων, υπάρχει ένα συγκεκριμένο επίπεδο, το οποίο γενικά είναι χαμηλό, όπου πραγματοποιούνται δοσοληψίες όλες τις χρονικές στιγμές. Σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους όμως (όπως για παράδειγμα στις περιόδους αργιών,

διακοπών, κ.λπ.), η ζήτηση αυξάνεται σημαντικά. Έτσι, αν το σύστημα δημιουργούσε μια υποδομή με σκοπό το χειρισμό της μέγιστης αυτής ζήτησης, τότε η υποδομή αυτή θα υποχρησιμοποιείται το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Επίσης, τα περισσότερα υβριδικά συστήματα σχεδιάζονται με απώτερο σκοπό την κλωνοποίηση του τοπικού συστήματος στο νέφος. Συχνά, υπάρχει ένα μικρό μέρος δραστηριότητας που εξελίσσεται στο μέρος του συστήματος, το οποίο βρίσκεται στο νέφος, αλλά όσο αυξάνεται η ζήτηση, τόσο το συγκεκριμένο μέρος του συστήματος παίρνει επιπρόσθετους πόρους από το νέφος. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει ένα απλό σύστημα κρατήσεων που έχει στηθεί για έκρηξη νέφους.



Εικόνα 28: Εφαρμογή που διαχειρίζεται την υπερχείλιση δοσοληψιών σ' ένα σύστημα κρατήσεων (παράδειγμα έκρηξης νέφους)

Συχνά τα συστήματα κρατήσεων απαιτούν οι δοσοληψίες όχι μόνο να έχουν την ιδιότητα της ατομικότητας, αλλά και το σύστημα να είναι συνεπές κατά την εκτέλεση παραλλήλων δοσοληψιών. Για να ικανοποιηθεί αυτή η ανάγκη, πρέπει να δημιουργηθεί ένας επόπτης δοσοληψιών. Στην εικόνα παρουσιάζεται ως διακεκομμένη γραμμή μεταξύ των δύο εξυπηρετών βάσεων δεδομένων, με όνομα “Synchronization”. Ο μηχανισμός αυτός έχει σκοπό την εκτέλεση κλειδώματος εγγραφών σε μία βάση δεδομένων.

Στα περισσότερα συστήματα κρατήσεων, το μεγαλύτερο μέρος της συμφόρησης παράγεται στην ιστοσελίδα του Διαδικτύου καθώς οι χρήστες περιηγούνται στο περιεχόμενό της. Για τον λόγο αυτό, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η συμφόρηση αυτή προκύπτουν οι εξής λύσεις:

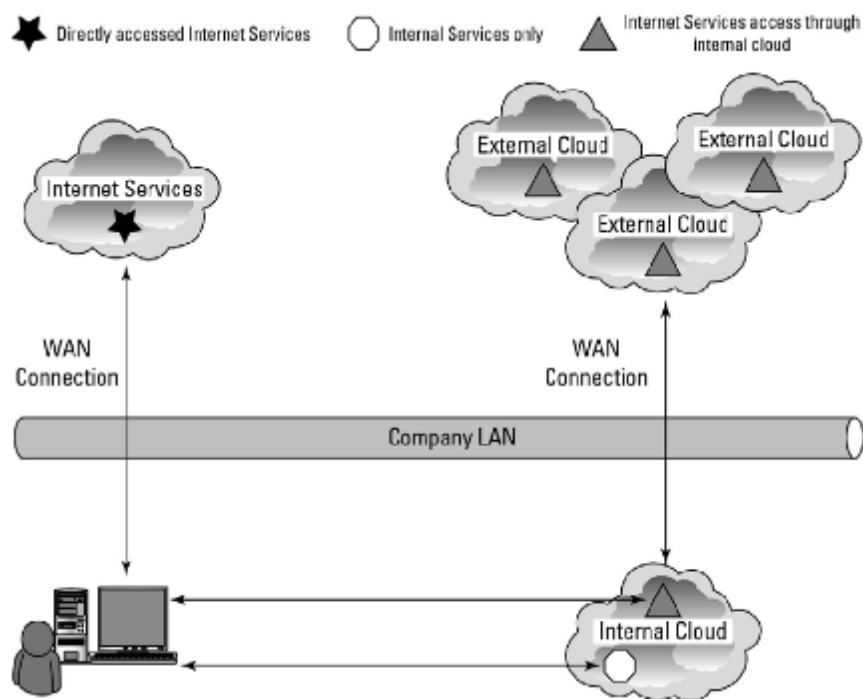
- Αναδημιουργία της ιστοσελίδας προκειμένου να δημιουργηθούν επιπρόσθετα στιγμιότυπα εξυπηρετών φόρτου εργασίας.
- Βελτιστοποίηση στην ιστοσελίδα μέσω της δημιουργίας κάποιου στατικού περιεχομένου ώστε να μην χρειάζονται συνεχώς άσκοπες δοσοληψίες με δυναμικό περιεχόμενο.
- Τέλος, ένα πολύ σημαντικό βήμα αποτελεί ο συγχρονισμός των αλλαγών μεταξύ των τοπικών υπολογιστών και των εξυπηρετών του νέφους προκειμένου να διατηρούνται οι τρέχουσες πληροφορίες.

Άλλο ένα μεγάλο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν τα συστήματα κρατήσεων, είναι ο συγχρονισμός των πληρωμών και η επικοινωνία με τις επιχειρήσεις πιστωτικών καρτών καθώς και τους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς. Μια πιθανή λύση είναι να μετακινηθεί ολόκληρος ο συγχρονισμός στο νέφος, έτσι ώστε η επεξεργασία των πληρωμών να μην μπορεί να επηρεάσει τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος. Σημειώνεται επίσης ότι δεν παίζει κανένα ρόλο το γεγονός ότι ένας εικονικός εξυπηρετητής εκτελεί τις διαδικασίες πληρωμών, καθώς και το ότι η διαδικασία αυτή δεν έχει καταστάσεις.

Τέλος άξιο λόγου είναι πως οι αρχιτεκτονικές νέφους προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα, που εκτιμάται ότι προοδευτικά θα υιοθετηθούν από μεγάλους οργανισμούς, ως βασικά μέρη της σχεδιάσής τους. Για παράδειγμα, στην επόμενη εικόνα παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- Ένα εσωτερικό νέφος παρέχει υπηρεσίες δοσοληψιών μεγάλης ταχύτητας στο τοπικό δίκτυο LAN.
- Ένα εξωτερικό νέφος παρέχει υπηρεσίες όσον αφορά άλλες ανάγκες των χρηστών.
- Το νέφος της επιχείρησης αναπαράγεται σε πολλαπλές ιστοσελίδες.

Επιπλέον, οι υπηρεσίες αυτές εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το κόστος, οι καθυστερήσεις αλλά και η ευκολία.



Εικόνα 29: Παράδειγμα χρηστών σε μεγάλους οργανισμούς

5 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΟ ΝΕΦΟΣ

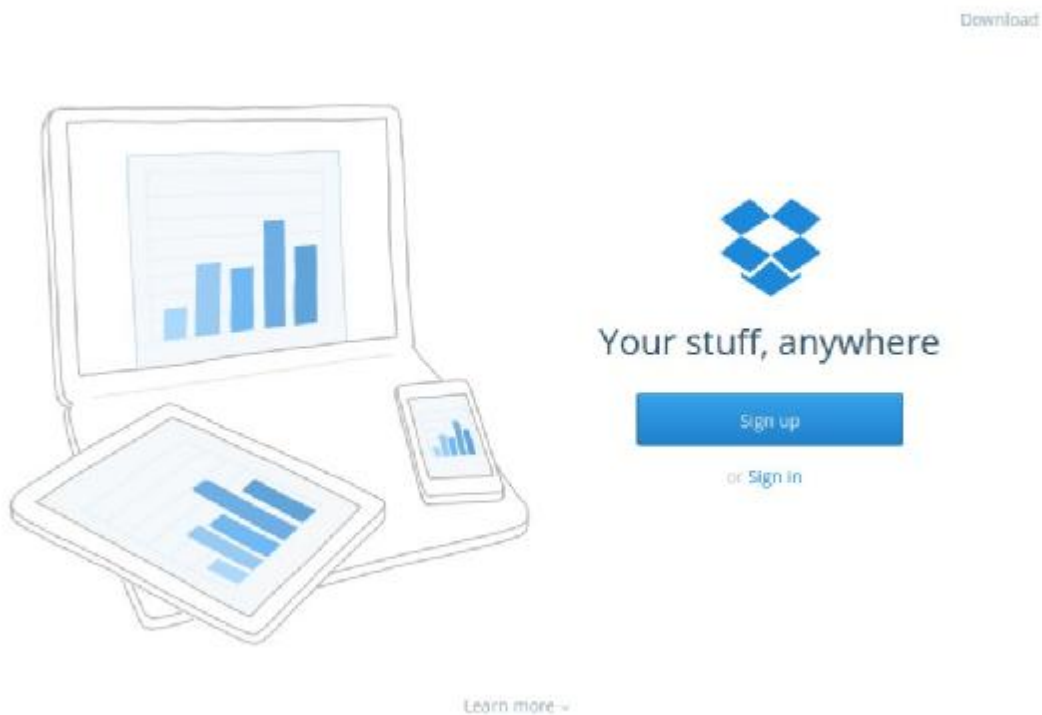
5.1 *Dropbox*

Μία από τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές υπολογιστικού νέφους είναι το Dropbox. Η δημιουργία της εφαρμογής ανήκει στην ομώνυμη εταιρία Dropbox, Inc., η οποία και ιδρύθηκε το 2007 από τους Drew Houston και Arash Ferdowsi⁴⁵. Η πρώτη έκδοση της εφαρμογής έγινε τον Σεπτέμβριο του 2008, ενώ τον Οκτώβριο του 2011 έγινε διαθέσιμη στην αγορά η εταιρική έκδοση που είναι το Dropbox for Business, και η οποία προσφέρει στις επιχειρήσεις διοικητικό έλεγχο στο εργασιακό περιβάλλον καθώς και διαθέσιμο χώρο για τη συνεργασία των εργαζομένων της επιχείρησης.

Το Dropbox στην ουσία αποτέλεσε το πρώτο τελειοποιημένο προϊόν αποθηκευτικού νέφους και ως εκ τούτου συνάντησε πολύ μεγάλη αποδοχή. Ήδη μέσα στα πρώτα δύο έτη λειτουργίας του προσέελκυσε πάνω από 5.000.000 χρήστες, ενώ από το 2010 έως σήμερα ο αριθμός των χρηστών που χρησιμοποιούν την υπηρεσία έχει μια αύξηση της τάξης του 4000%. Αυτή τη στιγμή το Dropbox αριθμεί περίπου 200 εκατομμύρια χρήστες παγκοσμίως, ενώ τα αρχεία που αποθηκεύονται σε αυτό κάθε μέρα ανέρχονται περίπου στο ένα δισεκατομμύριο⁴⁶ [15].

⁴⁵ <https://www.dropbox.com/about>

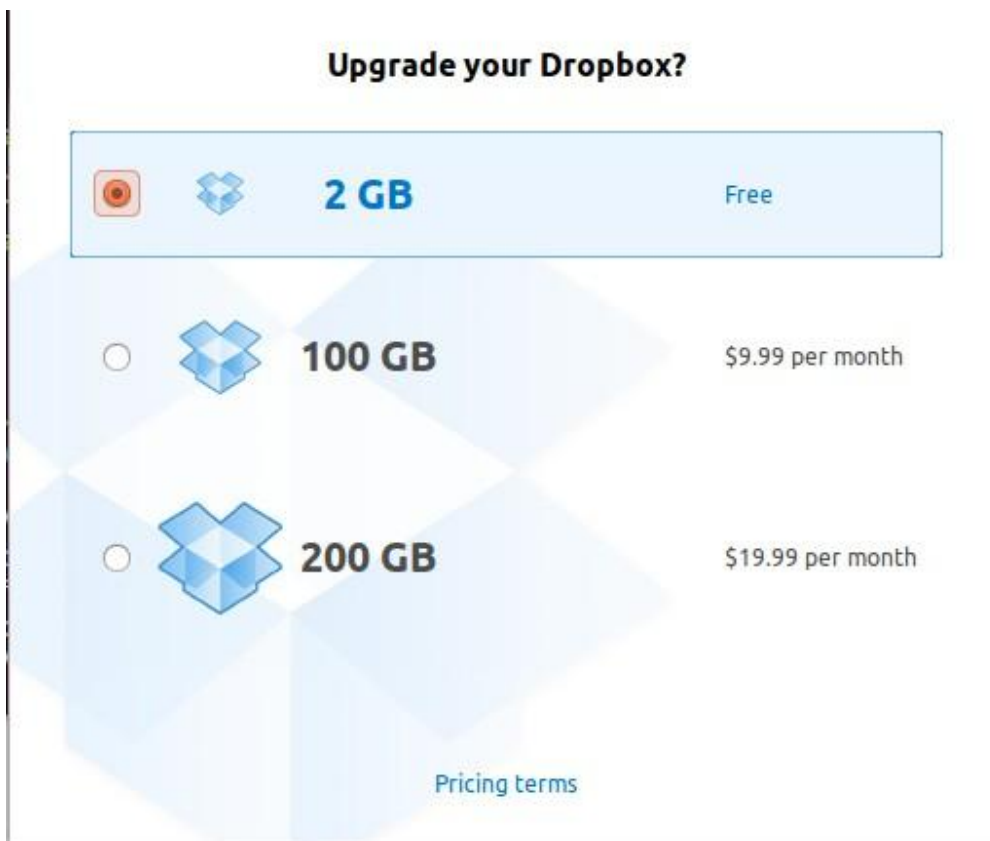
⁴⁶ <https://www.dropbox.com/news/company-info>



Εικόνα 30: Αρχική σελίδα Dropbox

Η συγκεκριμένη υπηρεσία προσφέρει στους χρήστες της την αποθήκευση αρχείων, το συγχρονισμό και τη κοινή χρήση αρχείων μεταξύ διαφορετικών συσκευών, που ο χρήστης έχει επιλέξει να συνδέσει στο λογαριασμό που έχει δημιουργήσει. Ο διαθέσιμος αποθηκευτικός χώρος που προσφέρεται μέσω του Dropbox είναι από 2GB έως 16GB (ενδεικτικός κατάλογος στην εικόνα που ακολουθεί), ενώ το λογισμικό είναι διαθέσιμο για συσκευές με λειτουργικό Windows, Linux, Mac, iPhone, iPad, Android και BlackBerry⁴⁷.

⁴⁷ <https://www.dropbox.com/news/company-info>



Εικόνα 31: Τιμοκατάλογος αποθηκευτικού χώρου

Κάθε νέος χρήστης που θέλει να εισέλθει στην υπηρεσία πρέπει να εγκαταστήσει το προσφερόμενο λογισμικό του Dropbox στον υπολογιστή του (ή γενικότερα σε οποιαδήποτε συσκευή το υποστηρίζει) αφού προηγουμένως έχει δημιουργήσει έναν λογαριασμό χρήστη στην ιστοσελίδα της υπηρεσίας.

Download



Your stuff, anywhere

First name

Last name


Email

Password

I agree to Dropbox Terms

Sign up

or Sign In



Εικόνα 32: Φόρμα συμπλήρωσης στοιχείων για δημιουργία λογαριασμού

Dropbox

Sign in

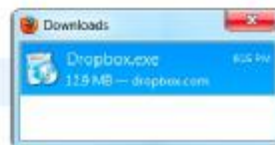


Downloading Dropbox...

Your Dropbox download should automatically start within seconds. If it doesn't, [restart the download](#).



1. Save the Dropbox application
Click Save File when prompted.



2. Open the Dropbox installer
From your browser's Downloads window, double click the .exe file that just downloaded.

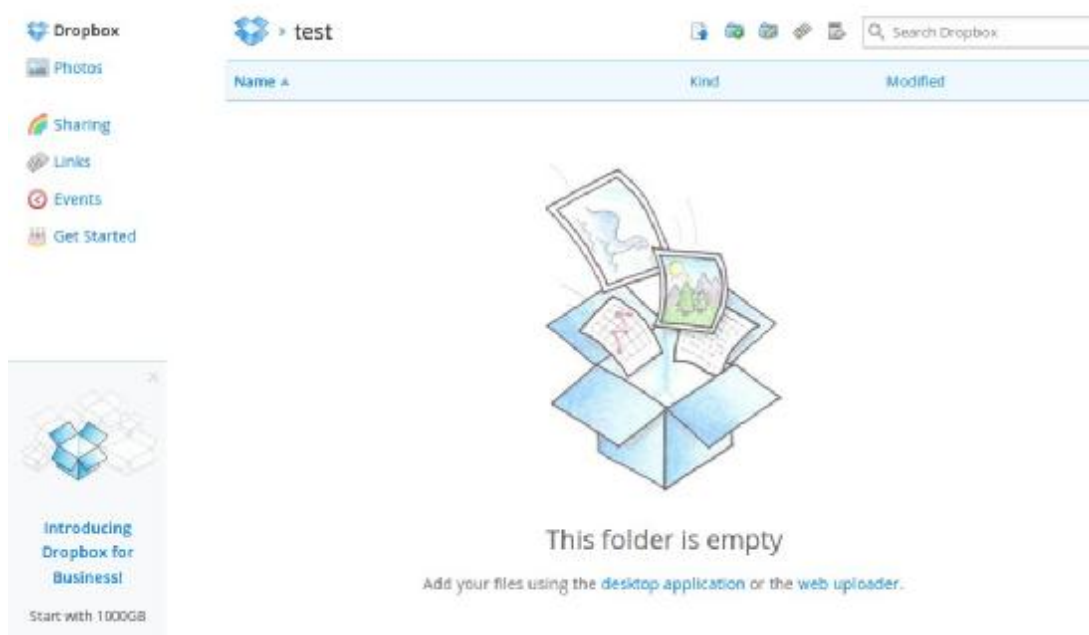


3. Follow setup instructions
Follow the instructions to get Dropbox set up on your computer and you will be good to go!

Εικόνα 33: Λήψη εφαρμογής και οδηγίες εγκατάστασης

Αφού ολοκληρωθεί η εγκατάσταση της εφαρμογής, ένας νέος φάκελος (με το όνομα Dropbox) δημιουργείται στο σημείο που επιθυμούμε στον υπολογιστή. Σε αυτό το φάκελο, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μετακινήσει αρχεία σε άλλους φακέλους, να δημιουργήσει καινούριους, να ανοίξει και να τροποποιήσει αρχεία και γενικά έχει τις λειτουργίες που προσφέρει ο παραδοσιακός φάκελος.

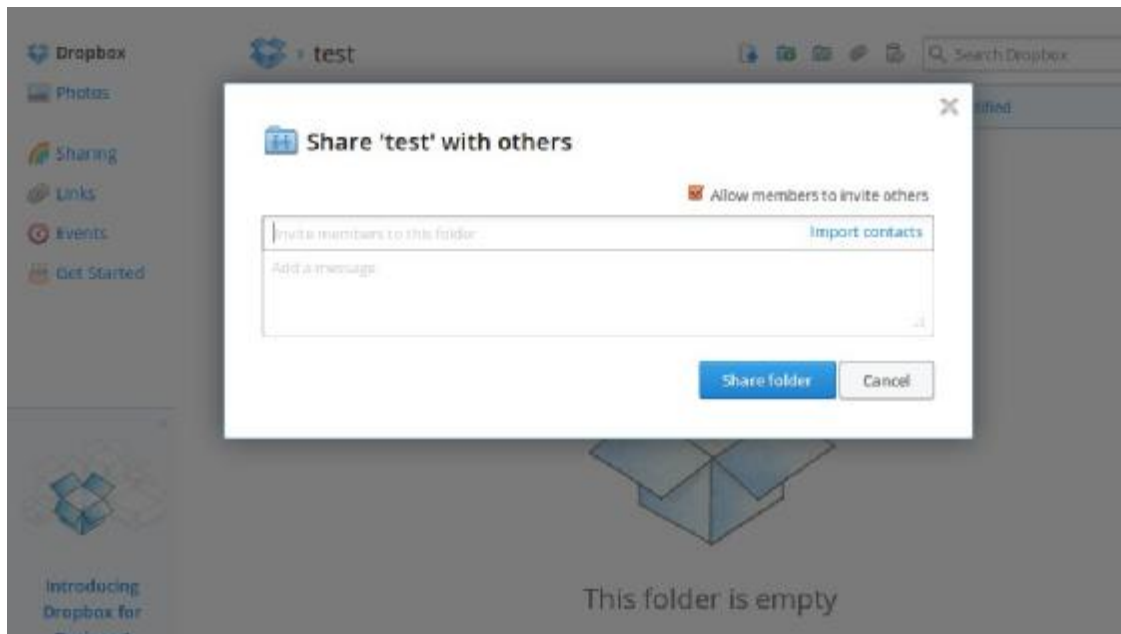
Το λογισμικό παρακολούθησης του Dropbox, αναπαράγει τις ενέργειες αυτές στους υπόλοιπους συνδεδεμένους υπολογιστές. Όπως είναι λογικό, από τη στιγμή που το Dropbox είναι διαθέσιμο τόσο για υπολογιστές όσο και για φορητές συσκευές, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα πρόσβασης στα αρχεία του όποια στιγμή επιθυμεί και από όπου και αν βρίσκεται αρκεί να έχει πρόσβαση στο Web.



Εικόνα 34: Δημιουργημένος φάκελος χρήστη στη διαδικτυακή εφαρμογή

Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα που προσφέρει το Dropbox είναι ότι οι παραπάνω ενέργειες μπορούν να εφαρμόσουν μεταξύ των συσκευών δύο ή και περισσότερων χρηστών υπό τη προϋπόθεση ότι όλοι τους είναι μέλη ενός κοινού φακέλου, το οποίο συνήθως συμβαίνει κατόπιν

πρόσκλησης από το ένα μέλος στο άλλο χρησιμοποιώντας το e-mail του χρήστη που θα προσκαλεστεί.



Εικόνα 35: Πρόσκληση μέλους-χρήστη σε φάκελο κοινής διαχείρισης

Σημαντικό επίσης είναι το γεγονός ότι αντίγραφα των αρχείων αποθηκεύονται και στον διακομιστή της υπηρεσίας στο διαδίκτυο, έτσι ώστε σε ενδεχόμενη βλάβη ή απώλεια της συσκευής, να προσφέρεται η δυνατότητα ανάκτησης των δεδομένων, ενώ ακόμα παρέχεται ένα (αρκετά μεγάλο) διάστημα 30 ημερών κατά τις ο χρήστης μπορεί να ανακτήσει τυχόν διαγραμμένα αρχεία ή παλαιότερες εκδοχές τροποποιημένων αρχείων [16].

Πέραν των όσων αναφέρθηκαν, το Dropbox δίνει τη δυνατότητα διαχείρισης μιας πλειάδας στοιχείων και πιο συγκεκριμένα των ακόλουθων:

- **Πληροφορίες λογαριασμού (Account info)**: Στο σημείο αυτό δίνονται κάποιες γενικές πληροφορίες σχετικά με τον λογαριασμό του χρήστη και πιο συγκεκριμένα δίνεται το μέγεθος (και σε bytes και σε ποσοστό) του χρησιμοποιούμενου και του ελεύθερου χώρου που έχει στη διάθεση του ο χρήστης.

- **Διαχείριση λογαριασμού (Account settings)**: Μέσω του μενού που δίνεται στη καρτέλα αυτή, ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί τα στοιχεία του λογαριασμού του (όνομα, επώνυμο, e-mail), καθώς και κάποια άλλα στοιχεία, όπως το αν θέλει να λαμβάνει newsletters από την υπηρεσία ή αν θέλει να συνδέσει το λογαριασμό του με κάποιο μέσο κοινωνικής δικτύωσης (Facebook).
- **Ασφάλεια (Security)**: Από εδώ ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει τις επιλογές του που σχετίζονται με θέματα ασφάλειας, όπως είναι η αλλαγή του κωδικού πρόσβασης, καθώς και να δει ποιες συσκευές είναι συνδεδεμένες στον λογαριασμό του ή ποιο πρόγραμμα πλοήγησης χρησιμοποιήθηκε για να συνδεθεί.
- **Bonus space**: Αναφέρει τον πρόσθετο χώρο που μπορεί να κερδίσει ένας χρήστης, συνήθως μέσω της πρόσκλησης ενός νέου μέλους στην υπηρεσία.
- **My apps**: Αναφέρεται στις εφαρμογές APIs που είναι εγκατεστημένες στο Dropbox και χρησιμοποιούνται από τον χρήστη.

5.2 PBworks

Σ' αυτές τις σελίδες θα δειχτεί ο τρόπος δημιουργίας μιας σελίδας wiki με την εφαρμογή υπολογιστικού νέφους, pbworks. Αρχικά θα καταγραφούν τα βήματα που πρέπει να κάνει κάθε χρήστης ώστε να μπορέσει να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία αυτή, τα οποία είναι:

- Πληκτρολογούμε τη διεύθυνση: <http://pbworks.com>.
- Πάνω δεξιά πατάμε Login.
- Στη σελίδα που ανοίγει επιλέγουμε Sign up και συμπληρώνουμε τα πεδία που ζητούνται.
- Πατάμε create account.
- Επιβεβαιώνουμε το mail που θα μας έρθει.

My PBworks **PBWORKS**

Create a PBworks account

A PBworks account will let you manage your settings and the workspaces that you participate in.

[Return to login page.](#) [Need help? Contact support.](#)

Name

Email address

Password

Re-enter Password

PBworks · Get Help
© 2012 PBworks

Εικόνα 36 - Δημιουργία pbworks λογαριασμού

Κατόπιν, για τη δημιουργία ενός wiki, επιλέγουμε:

- Create a workspace
- Sign up
- Academic plans
- Free
- Choose your address
- For educational use (δηλαδή για εκπαιδευτική χρήση)
- I agree that this workspace is for non commercial use only (δηλαδή ο λογαριασμός δεν είναι για εμπορική χρήση)
- Next
- Έρχεται μήνυμα επιβεβαίωσης
- Activate your PBworks account now (Κάνουμε κλικ για να ενεργοποιήσουμε το wiki μας)
- Μας καλωσορίζει στο χώρο που δημιουργήσαμε
- Επιλέγουμε τις ρυθμίσεις ασφαλείας που θέλουμε

- Ποιός μπορεί να δει τη σελίδα αυτή;
 - Οποιοσδήποτε
 - Μόνο όσοι έχουν προσκληθεί ή έχω αποδεχτεί
- Accept PBworks Terms of Service (αποδεχόμαστε τους όρους της πλατφόρμας)

PBWORKS

Sign up

Choose your address http:// .pbworks.com

Agree to non-commercial use What is this space for? For individuals
Need the [Business Edition?](#) Personal use, groups, clubs
 For education
Classrooms, libraries, schools, universities

I agree that this workspace is for non-commercial use only

Your account You are logged in as [mkdrakopoulou@gmail.com](#)
logout

Next >

Εικόνα 37 - Δημιουργία pbworks χώρου

5.3 Λειτουργικό σύστημα Jolicloud (για Netbook)

Σήμερα η δημοτικότητα των netbooks και των κινητών τηλεφώνων έχει αυξήσει πάρα πολύ τους πιθανούς χρήστες των συσκευών υπολογιστικού νέφους. Μέχρι σήμερα ωστόσο, όλες αυτές οι συσκευές, χρησιμοποιούν τα κλασικά λειτουργικά συστήματα, όπως είναι τα Windows, Linux και Macintosh όσον αφορά τους υπολογιστές, καθώς και τα Android, το IOS και τα Windows Mobile όσον αφορά τα κινητά τηλέφωνα. Η κύρια διαφορά που έχουν αυτές οι συσκευές μεταξύ τους συνίσταται στο κατά πόσο είναι σε θέση να εκτελέσουν βίντεο και animation (ειδικότερα το Adobe Flash).

Όσον αφορά την ασφαλή σύνδεση μεταξύ εξυπηρετούμενων και νέφους, μπορούμε να αναφέρουμε ότι καμία από τις προηγούμενες φορητές συσκευές δε μπορεί να συνδεθεί με ασφαλή τρόπο στο νέφος.

Από το 2008 κιόλας, η εταιρεία Netvides κυκλοφόρησε ένα ελαφρύ λειτουργικό βασισμένο σε Linux. Σκοπός αυτού ήταν οι χρήστες να συνδέονται εύκολα σε εφαρμογές του νέφους. Το όνομα που αυτό έλαβε ήταν το Jolicloud. Είναι ένα ελεύθερο λογισμικό, το οποίο οι χρήστες μπορούν να εγκαταστήσουν εύκολα είτε στο netbook είτε στον υπολογιστή τους καθώς και στο tablet.

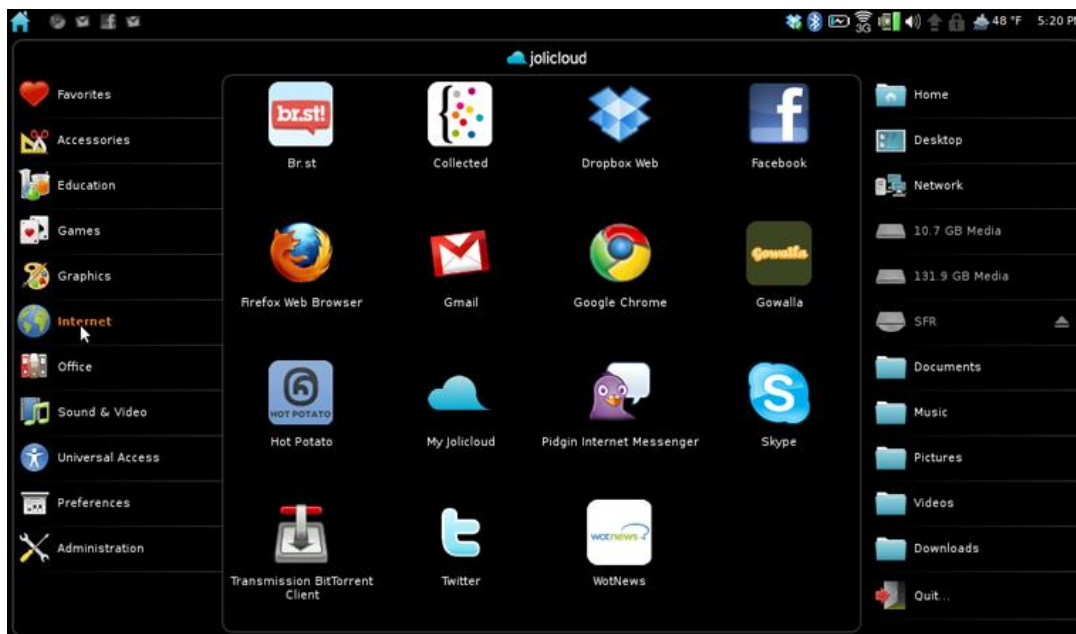
Επίσης να αναφερθεί πως το Jolicloud έχει μικρές απαιτήσεις χωρητικότητας και επιτρέπει την αποθήκευση αρχείων των χρηστών και πρόσβαση σε αυτά από οποιαδήποτε συσκευή οπουδήποτε βρίσκεται ο εκάστοτε χρήστης. Το Jolicloud μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοναδικό λειτουργικό σύστημα σε ένα netbook ή ακόμα και να χρησιμοποιηθεί μαζί με τα Windows. Κατά την τελευταία έκδοση, το Jolicloud μετονομάστηκε σε JoliOS και υποστηρίζει την έκδοση flash 10.2

Το Jolicloud επιπρόσθετα επικεντρώνεται στη κατασκευή μιας κοινωνικής πλατφόρμας με αυτόματες ενημερώσεις και εγκαταστάσεις λογισμικού. Η εφαρμογή είναι κατασκευασμένη με χρήση της HTML 5 και έχει ήδη προ-εγκατεστημένα τα ακόλουθα προγράμματα και εφαρμογές:

1. Gmail.
2. Skype.
3. Twitter.
4. Firefox.

5. Dropbox.
6. VLC.
7. Flash.
8. Picasa.

Οποιοδήποτε πρόγραμμα πλοήγησης υποστηρίζει την HTML 5 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διεπαφή με το Jolicloud. Επίσης, Το Jolicloud διατηρεί μια βιβλιοθήκη ή αλλιώς έναν κατάλογο εφαρμογών με περισσότερες από 700 εφαρμογές (ως μέρος ενός καταστήματος εφαρμογών, app store).



Εικόνα 38: Εικόνα από το λειτουργικό σύστημα Jolicloud⁴⁸

⁴⁸ <http://www.lifehacker.com.au/2010/02/five-best-netbook-operating-systems/>

5.4 Λειτουργικό σύστημα Chromium (το πρόγραμμα πλοήγησης ως λειτουργικό σύστημα)

Το Chrome OS είναι ένα λειτουργικό σύστημα της Google το οποίο είναι βασισμένο σε Linux. Εν αντιθέσει με άλλες διανομές Linux, το Chrome OS δεν είναι ένα ελεύθερο λογισμικό αλλά παρέχεται ήδη εγκατεστημένο σε συγκεκριμένο υλικό. Το υλικό αυτό είναι προϊόν κατασκευαστών πρωτότυπου εξοπλισμού (OEMs) εγκεκριμένους από τη Google. Ένας κατασκευαστής OEM δημιουργεί συστήματα από διαφορετικά στοιχεία και τα διαθέτει στην αγορά κάτω από ένα εμπορικό όνομα. Με τον ίδιο τρόπο είναι κατασκευασμένο και το λειτουργικό σύστημα Android που είναι εγκατεστημένο σε πληθώρα κινητών τηλεφώνων.

Το Chrome OS λοιπόν, παρέχεται μέσω ενός φορητού υπολογιστή που καλείται Chromebook. Η έμπνευση για τη σχεδίαση και τη δημιουργία του λειτουργικού αυτού συστήματος προήλθε μετά τη δημιουργία του προγράμματος πλοήγησης Google Chrome και την μεγάλη απήχηση αυτού στους χρήστες. Έτσι η Google θέλησε να παρέχει ένα λειτουργικό που να διαθέτει παρόμοια χαρακτηριστικά γνωρίσματα με το Chrome και να είναι ιδιαίτερα αποδοτικό. Εκτός αυτού, πρόθεση των σχεδιαστών είναι να το κάνουν άμεσο ανταγωνιστή των πολύ διάσημων στην αγορά, iPad της Apple.

Όσον αφορά την ομοιότητα με το πρόγραμμα πλοήγησης Google Chrome, η διεπαφή χρήστη είναι παρόμοια με την εφαρμογή πλοήγησης ιστού Chrome και περιλαμβάνει ένα σύστημα αναπαραγωγής πολυμέσων που αναπαράγει ήχους κωδικοποιημένους σε MP3 και εικόνες σε μορφή JPEG τόσο online όσο και offline. Επιπρόσθετα, είναι ενσωματωμένο το Adobe Flash με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που είναι ενσωματωμένο και στο πρόγραμμα πλοήγησης. Όταν κάποιος χρήστης εκκινεί τον Chrome, έχει τη δυνατότητα να δει συνδέσεις στις σημαντικότερες εφαρμογές νέφους της Google, όπως είναι το Gmail, τα Google Apps, το YouTube, καθώς και ιστοσελίδες όπως το Facebook, το Hulu, το Pandora, το Twitter, κ.λπ. Επίσης, μέσω αυτού του λειτουργικού παρέχεται στους χρήστες γρήγορη και εύκολη πρόσβαση στο νέφος καθώς και ασφάλεια των δεδομένων τους που αποθηκεύονται σε αυτό. Οι προδιαγραφές υλικού του λειτουργικού συστήματος Chrome περιλαμβάνουν μια μονάδα (module) εμπιστευτικής πλατφόρμας (Trusted Platform Module), η οποία μαζί με ένα διακόπτη (switch), παρέχει ένα όσο το δυνατόν περισσότερο έμπιστο μονοπάτι το οποίο μπορεί να χρησιμοποιείται για την εκκίνηση του συστήματος σ' ένα μοντέλο ανάπτυξης. Θα μπορούσαμε

να πούμε πως είναι ένα αρκετά ασφαλές λειτουργικό και αυτό γιατί συμπεριλαμβάνεται μια έκδοση λογισμικού απομακρυσμένης σύνδεσης, που δημιουργεί μια κρυπτογραφημένη σύνδεση όπως κάνουν το RDP της Microsoft, το ICA του Citrix ή ένας εξυπηρετούμενος VNC.

Κάτι το οποίο χαρακτηρίζει το λειτουργικό Chrome OS, είναι η γρήγορη εκκίνηση του συστήματος, η οποία επιτυγχάνεται σε ελάχιστα δευτερόλεπτα. Αυτό συμβαίνει διότι η συγκεκριμένη συσκευή είναι απαλλαγμένη από τις περισσότερες συσκευές των σύγχρονων συστημάτων υπολογιστών.

Βέβαια επειδή όπως αναφέρθηκε νωρίτερα η πρόσβαση των χρηστών στο Chrome OS γίνεται μόνο μέσω των Chromebook, αποφασίστηκε από την Google να αναπτύξει ένα ελεύθερο λειτουργικό σύστημα βασισμένο στο Chrome OS. Έτσι δημιουργήθηκε το Chromium OS το οποίο παρέχει σε κάθε χρήστη τη δυνατότητα να το κατεβάσει και να το εγκαταστήσει στον υπολογιστή του και να βιώσει την εμπειρία της αυτόματης σύνδεσης με τις εφαρμογές νέφους. Η αρχιτεκτονική του Chromium OS βασίζεται σ' ένα σύστημα τριών επιπέδων:

- Το επίπεδο υλικού,
- Την εφαρμογή πλοήγησης και
- Ένα σύνολο λογισμικού και βοηθητικών προγραμμάτων του συστήματος.

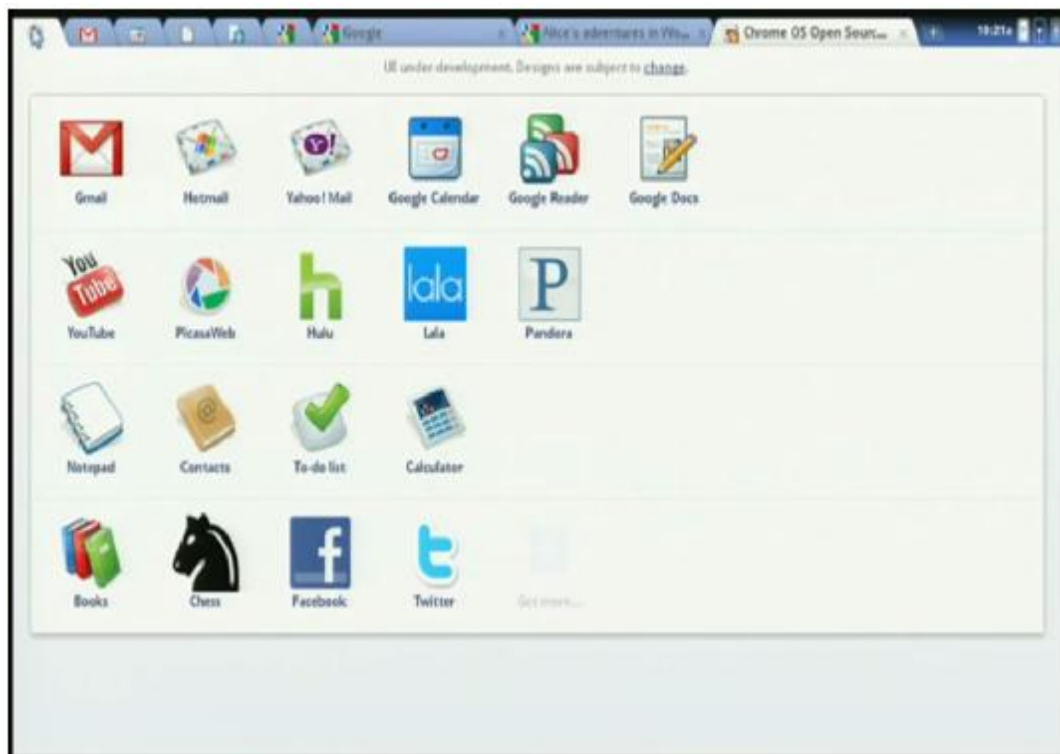
Το Chromium OS έχει υιοθετήσει ένα σύνολο ρουτινών ασφάλειας στο firmware του, οι οποίες εκτελούνται κατά τη διάρκεια της εκκίνησης και αποθηκεύουν τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση της αποκατάστασης του συστήματος.

Στη φάση αυτή να αναφερθεί πως και στο Chrome OS καθώς και στο Chromium OS περιλαμβάνεται η υπηρεσία Cloud Print της Google, που επιτρέπει σε μια εφαρμογή να εκτυπώσει σε οποιοδήποτε συνδεδεμένο εκτυπωτή χωρίς να χρειάζεται να κάνει χρήση κάποιου οδηγού εκτυπωτών (printer driver). Έτσι δεν χρειάζεται να αναπτυχθούν υποσυστήματα υλικού και λογισμικού σχετικά με εκτυπώσεις. Αντ' αυτού, εγκαθίσταται ένας εξυπηρετητής διαμεσολάβησης (proxy server) που καταχωρεί σ' έναν εκτυπωτή την υπηρεσία και διαχειρίζεται τις εκτυπώσεις των χρηστών.

Τελειώνοντας θα μπορούσε να αναφερθεί πως μεταξύ των δυο αυτών λειτουργικών υπάρχει μια διάφορα. Στο Chrome OS ο χρήστης δεν θα χρειαστεί να μπει σε διαδικασία αναβάθμισης

αλλά και συντήρησης αυτού. Εν αντιθέσει στο Chromium OS ο χρήστης είναι αυτός ο οποίος θα πρέπει να εγκαταστήσει τις αναβαθμίσεις και να συντηρεί το λογισμικό.

Στην εικόνα που ακολουθεί, απεικονίζεται το λειτουργικό σύστημα Chrome με τις πολλαπλές ετικέτες.



Εικόνα 39: Λειτουργικό σύστημα Chrome⁴⁹

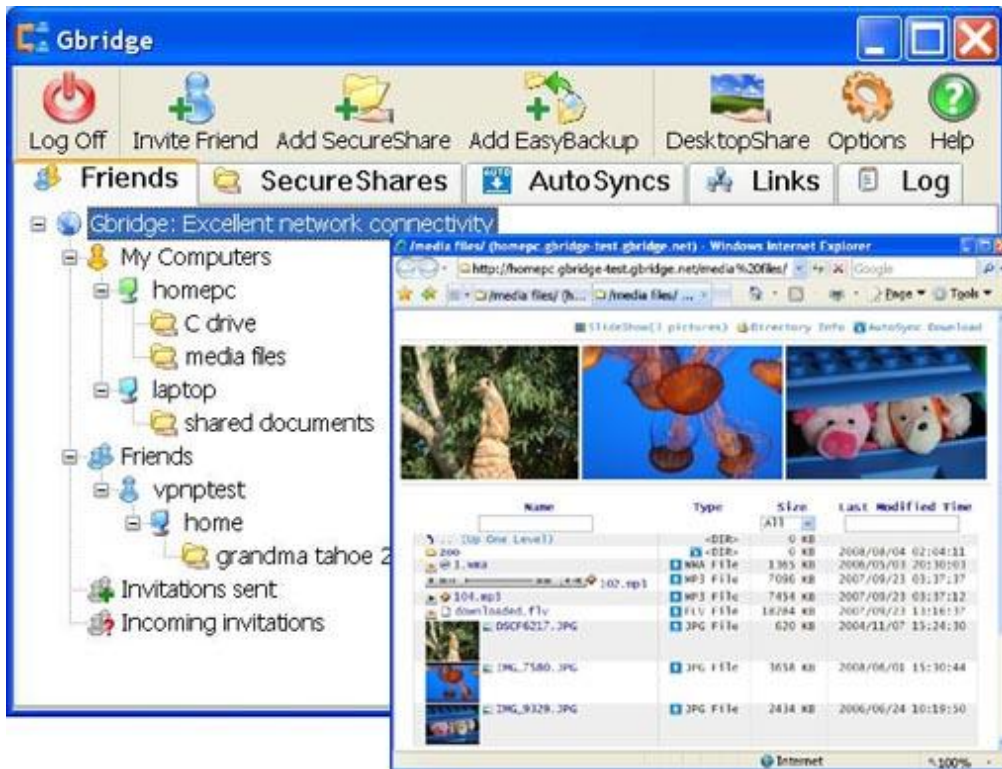
⁴⁹ <http://www.neowin.net/news/main/09/11/19/google-releases-chrome-os-information--source-code>

5.5 Λογισμικό Gbridge

Το λογισμικό Gbridge, είναι μια ενδιαφέρουσα λύση η οποία απεικονίζει τη χρήση του εικονικού ιδιωτικού δικτύου (Virtual Private Network, VPN) σε μια σύνδεση νέφους. Το Gbridge λειτουργεί με εφαρμογές που αναπτύσσονται με χρήση των Google Apps. Έτσι καθίσταται εφικτή η ασφαλής σύνδεση με τις εφαρμογές αυτές με τη χρήση ενός εικονικού ιδιωτικού δικτύου.

Αρχικά για να χρησιμοποιήσει κάποιος το λογισμικό αυτό, χρειάζεται να διαθέτει έναν λογαριασμό στο Gmail. Επιπλέον χρειάζεται η εγγραφή στο δίκτυο GoogleTalk και η σύνδεση μ' ένα άλλο υπολογιστή με χρήση του λογαριασμού Google. Το Gbridge επιτρέπει επίσης σε επιπρόσθετους χρήστες να συνδεθούν όταν τους προσκαλέσει κάποιος άλλος και υποστηρίζει συνεργατικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, όπως το διαμοιρασμό οθονών με χρήση του λογισμικού Virtual Network Computing (VNC), τη συνομιλία, τη «ζωντανή» περιήγηση σε φακέλους υπολογιστή, το συγχρονισμό φακέλων, καθώς και την αυτοματοποιημένη λήψη αντιγράφων ασφαλείας.

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει την περιήγηση ενός φακέλου με χρήση μιας σύνδεσης VPN που χρησιμοποιεί το χαρακτηριστικό γνώρισμα Secure Shares του Gbridge.



Εικόνα 40: Χαρακτηριστικό γνώρισμα SecureShares του Gbridge για ασφαλή σύνδεση ενός υπολογιστή με άλλον με χρήση του Gtalk⁵⁰

⁵⁰ <http://review.techworld.com/applications/3221971/gbridge-20-review/>

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα κεφάλαια που προηγήθηκαν, έγινε μια παρουσίαση στην έννοια του υπολογιστικού νέφους, στα χαρακτηριστικά του γνωρίσματα, αλλά και σε ειδικότερα θέματα όπως η αρχιτεκτονική του, οι υπηρεσίες του αλλά και οι εφαρμογές του.

Αρχικά αναφέραμε ότι στο υπολογιστικό νέφος, οι υπολογιστικές υπηρεσίες παρέχονται μέσω διαδικτύου, κατόπιν απαίτησης, από μια απομακρυσμένη τοποθεσία. Συνεπώς, για τους οργανισμούς, αυτό σημαίνει ότι με χρήση του υπολογιστικού νέφους, μεταφέρεται στον πάροχο η υποχρέωση για παρεχόμενες εφαρμογές, υπολογιστική ισχύ και αποθήκευση μέσω του δικτύου. Με άλλα λόγια, οι υπολογιστικοί πόροι και εφαρμογές/υπηρεσίες είναι ανεξάρτητες του χώρου - τοποθεσίας, καθώς και του που λαμβάνουν χώρα οι υπολογιστικές διεργασίες. Επίσης, με χρήση του υπολογιστικού νέφους τόσο για τους μεμονωμένους χρήστες όσο και για τους οργανισμούς, οι υπολογιστικοί πόροι είναι συνεχείς, χωρίς να υπάρχει κάποιο διακριτό όριο.

Όσον αφορά παραδείγματα αρχιτεκτονικής του υπολογιστικού νέφους, αναφέραμε τα 3 ενδεικτικότερα (Hadoop, MObStor, Sherpa). Το μεν Hadoop είναι μια εφαρμογή ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιεί για την αποθήκευση, ένα δικό του σύστημα αρχείων (Hadoop File System-HDFS). Είναι υλοποιημένο σε προγραμματιστικό περιβάλλον java και υποστηρίζει οριζόντια κλιμάκωση, καθώς αυξάνει την αποθηκευτική και υπολογιστική ικανότητα προσθέτοντας εξυπηρετητές. Το MObStor χρησιμοποιείται ως μέσο μη δομημένης αποθήκευσης αρχείων, όπως είναι τα συνημμένα mail και η εφαρμογή διαχείρισης και διαμοιρασμού φωτογραφιών Flickr και υποστηρίζει τη κλιμάκωση σχετικά με τον αριθμό των δεδομένων που αποθηκεύονται. Τέλος, το Sherpa είναι μια πλατφόρμα αποθήκευσης νέφους της Yahoo που επιτρέπει την αποθήκευση δεδομένων, τα οποία οργανώνονται σε πίνακες εγγραφών, σύμφωνα με το σχεσιακό μοντέλο. Οι εγγραφές που αποθηκεύονται, είναι τύπου blob (binary large object), που επιτρέπει την χρήση δομών.

Ως μοντέλα υπηρεσιών είδαμε τα ακόλουθα σημαντικότερα: λογισμικό νέφους ως υπηρεσία (SaaS), πλατφόρμα νέφους ως υπηρεσία (PaaS), υποδομή νέφους ως υπηρεσία (IaaS). Το SaaS σχετίζεται με τη δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη να μπορεί να χρησιμοποιήσει τις εφαρμογές του παρόχου σε μια υποδομή νέφους. Τέτοιες εφαρμογές είναι συνήθως προσβάσιμες μέσα από διεπαφές ή εργαλεία που έχει στη διάθεση του ο χρήστης, όπως είναι για

παράδειγμα ένας φυλλομετρητής (Internet Browser). Το PaaS είναι μια κατηγορία υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους, η οποία παρέχει ως υπηρεσία μια υπολογιστική πλατφόρμα και μια σειρά λύσεων. Σκοπός του PaaS είναι να δώσει τη δυνατότητα στον χρήστη, να μπορέσει από μόνος του να αναπτύξει εφαρμογές μέσα στην υποδομή του νέφους και οι οποίες δημιουργούνται με τη χρήση μιας συμβατής γλώσσας προγραμματισμού, καθώς και με τη χρήση εργαλείων τα οποία υποστηρίζονται από τον πάροχο της υπηρεσίας. Εν συνεχεία είδαμε το IaaS, όπου εδώ δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα να έχει τον έλεγχο βασικών υπολογιστικών πόρων και εφαρμογών. Ο χρήστης της υπηρεσίας, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, δεν έχει τη δυνατότητα να ελέγξει την υποδομή του νέφους, ωστόσο του δίνεται η δυνατότητα να ελέγξει το λειτουργικό σύστημα, τον αποθηκευτικό χώρο, καθώς επίσης και τις αναπτυσσόμενες εφαρμογές.

Έπειτα έγινε μια αναφορά στα μοντέλα ανάπτυξης όπου βρίσκουμε 4 μεγάλες κατηγορίες. Αρχικά είναι το ιδιωτικό νέφος (private cloud) όπου η υποδομή του νέφους λειτουργεί αποκλειστικά για ένα μόνο οργανισμό, δηλαδή η υποδομή μπορεί να διαχειρίζεται είτε εσωτερικά από τον ίδιο τον οργανισμό, είτε από ένα τρίτο μέρος. Ύστερα, ένα νέφος ονομάζεται δημόσιο (public cloud) όταν οι υπηρεσίες του είναι διαθέσιμες μέσω ενός δικτύου για δημόσια χρήση. Το νέφος κοινότητας (community cloud) μοιράζεται την υποδομή μεταξύ διαφόρων οργανισμών από μια συγκεκριμένη κοινότητα με κοινά στοιχεία ασφάλειας, λειτουργικότητας, κλπ. Επιπλέον, μπορεί να διαχειρίζεται είτε από ένα οργανισμό είτε από κάποιον εξωτερικό πάροχο και μπορεί να φιλοξενείται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά του οργανισμού. Συνδυασμό των παραπάνω αποτελεί το υβριδικό νέφος (hybrid cloud) που είναι μια σύνθεση από δύο ή και περισσότερα νέφη (private, public ή community) τα οποία παραμένουν ως ξεχωριστές οντότητες αλλά συνδυάζονται ώστε να προσφέρουν τα οφέλη των πολλαπλών μοντέλων ανάπτυξης.

Επιπρόσθετα είδαμε κάποιες υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους, όπως είναι για παράδειγμα το Colocation (υπηρεσία φιλοξενίας συστημάτων πελατών), όπου ο πελάτης έχει την δυνατότητα να στεγάσει τον δικό του εξυπηρετητή μέσα στο κέντρο δεδομένων και να απαλλαγεί από έννοιες όπως ασφάλεια, έλεγχος, διαχείριση, αποθήκευση. Ο Ιδιωτικός Εικονικός Εξυπηρετητής (VPS) είναι ένα περιβάλλον φιλοξενίας όπου μπορεί να γίνει καταμερισμός ενός εξυπηρετητή σε επιμέρους τμήματα. Όλες οι δυνατότητες ενός εξυπηρετητή (ισχύς επεξεργαστών, μνήμη, ταχύτητα δίσκων, bandwidth) διαιρούνται και μοιράζονται σε

όλους τους VPS ξεχωριστά. Επιπλέον υπάρχει ένα πρωτόκολλο Service Level Agreement όπου θα πρέπει οι πάροχοι των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων να δεσμεύονται εγγράφως για τη τήρηση των συμφωνηθέντων και θα πρέπει να υπάρχει ρήτρα που να επιφέρει κυρώσεις για οποιαδήποτε απόκλιση από τα συμφωνηθέντα. Οι ιστοσελίδες νέφους (cloud sites), αποτελούν έναν ευέλικτο, ασφαλές και εύκολο στη διαχείριση web server που χρησιμοποιείται για τη φιλοξενία στο Παγκόσμιο Ιστό και είναι σε θέση να φιλοξενήσουν από μία απλή ιστοσελίδα με media streaming μέχρι και web εφαρμογές. Οι βάσεις δεδομένων νέφους (Cloud Databases), είναι βάσεις δεδομένων προσβάσιμες στους πελάτες από το νέφος και προσφέρονται στους χρήστες που τις ζητούν μέσω του Διαδικτύου από τους εξυπηρετητές του παρόχου δεδομένων νέφους. Τέλος, με την αποθήκευση νέφους (cloud storage) μια εταιρία μπορεί να μειώσει τα κόστη και να κάνει χρήση σύμφωνα με τις ανάγκες της.

Ακολούθως είδαμε κάποια εξειδικευμένα μοντέλα υπηρεσιών. Η αναγνώριση και η εξακρίβωση μιας ταυτότητας είναι μια κεντρική λειτουργία των δικτύων. Έτσι με την ταυτότητα ως υπηρεσία (IDaaS), γίνεται χρήση μιας υπηρεσίας ταυτότητας που να αποθηκεύει όλες εκείνες τις πληροφορίες που σχετίζονται με μια ψηφιακή οντότητα, και να μπορεί να απαντά σε ερωτήματα σε σχέση με αυτές και επίσης να διαχειρίζεται τις ηλεκτρονικές συναλλαγές. Παράδειγμα αποτελεί η ταυτότητα ενός ατόμου, όπου μπορεί να περιλαμβάνει τις ακόλουθες πληροφορίες: βιολογικά χαρακτηριστικά (όπως η ηλικία, το φύλο, το γένος, η εμφάνιση), προσωπικά στοιχεία (όπως οι αριθμοί ασφάλειας, τα PINs), τα δακτυλικά αποτυπώματα, ένα τραπεζικό λογαριασμό στον οποίο μπορούμε να έχουμε πρόσβαση, είτε τα άτομα της οικογενείας μας, κλπ.

Η συμμόρφωση ως υπηρεσία (CaaS) χρειάζεται για να διαδραματίσει τον ρόλο της τρίτης έμπιστης οντότητας (πελάτης και πάροχος οι άλλες 2). Τα CaaS πρέπει να δομηθούν σε μια Προσανατολισμένη στις Υπηρεσίες Αρχιτεκτονική (SOA) προκειμένου να είναι έμπιστα. Διαχειρίζεται τις σχέσεις νέφους, καταλαβαίνει τις πολιτικές ασφάλειας και τις διαδικασίες, γνωρίζει πως να χειριστεί τις πληροφορίες και τη διαχείριση της ιδιωτικότητας, τηρεί αρχειοθέτηση καθώς και επιτρέπει στο σύστημα να υποβάλλονται ερωτήματα. Το υλικό ως υπηρεσία (Haas) αποτελεί μια διαφορετική μορφή υπηρεσίας η οποία προσφέρει στον χρήστη το υλικό εκείνο προκειμένου να έχει την δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε αυτό.

Κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους είναι η αυτοεξυπηρέτηση κατόπιν απαίτησης, η ευρεία πρόσβαση στο δίκτυο, η μετρήσιμη ποσότητα υπηρεσίας, η ταχεία ελαστικότητα αλλά και η συγκέντρωση πόρων με το μοντέλο της δεξαμενής. Έπειτα έχουμε κάποια πρόσθετα όπως το χαμηλότερο κόστος, η αξιοπιστία, η ποιότητα υπηρεσίας, η εξωτερική ανάθεση της διαχείρισης τεχνολογιών πληροφοριών, η ευκολία χρησιμοποίησης, η απλουστευμένη συντήρηση και αναβάθμιση και το χαμηλό κόστος αρχικής επένδυσης.

Αντίθετα υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα, όπως η ιδιωτικότητα και η ασφάλεια, ότι υπάρχει συγκριτικό πλεονέκτημα στη χρήση του υπολογιστικού νέφους από μικρές επιχειρήσεις έναντι μεγάλων οργανισμών. Ακόμα πολλές φορές όταν χρησιμοποιείται μια εφαρμογή ή μια υπηρεσία στο νέφος γίνεται χρήση κάποιου/ων στοιχείων (εφαρμογών ή υπηρεσιών) που δεν είναι απαραίτητος τόσο εξατομικευμένα (τουλάχιστον στο βαθμό που κάποιος ενδεχομένως επιθυμεί). Επίσης το υπολογιστικό νέφος είναι κατά βάση ένα άναρχο σύστημα και τέλος, οι περισσότεροι οργανισμοί βρίσκονται αντιμέτωποι με νομοθετικά και κανονιστικά ζητήματα που αφορούν τη λειτουργία τους.

Στο κεφάλαιο 4 αναφερθήκαμε στις εφαρμογές του υπολογιστικού νέφους. Αρχικά είδαμε ότι για τη μετακίνηση μιας εφαρμογής στο νέφος, πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι προγραμματιστικές διασυνδέσεις εφαρμογών APIs του συγκεκριμένου παρόχου υπηρεσιών του νέφους. Ειδικότερα, υπάρχουν προγραμματιστικές διασυνδέσεις εφαρμογών (APIs) για κάθε ένα τύπο υπηρεσίας του νέφους: υποδομής, υπηρεσιών λογισμικού, καθώς και εφαρμογές παρόχων πλατφορμών.

Για τη σύνδεση των χρηστών με το νέφος υπάρχουν οι ακόλουθοι τρόποι: μέσω ενός προγράμματος πλοήγησης, όπως ο Internet Explorer, ο Mozilla Firefox, ή μέσω μιας εξειδικευμένης εφαρμογής. Αυτές οι δύο εφαρμογές μπορούν να εκτελούνται σε έναν εξυπηρετητή, έναν υπολογιστή γραφείου, σ' ένα κινητό τηλέφωνο ή σ' ένα tablet. Για μια ασφαλή μετάδοση δεδομένων υπάρχουν ακολούθως οι εξής 3 τρόποι: χρήση ενός ασφαλούς πρωτοκόλλου για τη μεταφορά δεδομένων, όπως το SSL, το HTTPS, το FTPS, κλπ., είτε δημιουργία μιας εικονικής σύνδεσης με χρήση ενός εικονικού ιδιωτικού δικτύου (VPN), είτε με κρυπτογράφηση των δεδομένων έτσι ώστε ακόμα κι αν η ροή των δεδομένων διακοπεί για κάποιο λόγο ή παρεμποδιστεί, να μη τίθεται σημαντικό πρόβλημα διαρροής των αποκρυπτογραφημένων δεδομένων.

Επιπρόσθετα είδαμε τις ιδιότητες των αξιόπιστων δοσοληψιών που είναι η ατομικότητα (μια δοσοληψία καθορίζεται ως κάτι που δεν μπορεί να διαιρεθεί αλλά πρέπει να ολοκληρωθεί ως μια ενιαία μονάδα), η συνέπεια (το σύστημα στο τέλος της δοσοληψίας θα πρέπει να μεταφερθεί από μια γνωστή-συνεπή κατάσταση σε μια άλλη), η απομόνωση (τα αποτελέσματα μιας δοσοληψίας δεν πρέπει να επηρεάζονται από άλλες δοσοληψίες που τυχόν εκτελούνται την ίδια στιγμή) και η διάρκεια (το σύστημα πρέπει να έχει ένα μηχανισμό με τον οποίο, μετά την επιτυχή πραγματοποίηση μιας δοσοληψίας, τα αποτελέσματά της μένουν μόνιμα στο σύστημα).

Βιβλιογραφία

1. David C. Wyld, Robert Maurin, Moving to the Cloud: An Introduction to Cloud Computing in Government, IBM Center for the Business of Government, 2009.
2. Ryan, Patrick S., Merchant, Ronak and Falvey, Sarah, Regulation of the Cloud in India (July 30, 2011). Journal of Internet Law, Vol. 15, No. 4, p. 7, October 2011.
3. Fernando J. Corbató, Marjorie Merwin Daggett, Robert C. Daley, An Experimental Time-Sharing System", *SJCC Proceedings*. MIT, 3 May 1962.
4. B Rochwerger, J Caceres, RS Montero, D Breitgand, E Elmroth, A Galis, E Levy, IM Llorente, K Nagin, Y Wolfsthal, E Elmroth, J Caceres, M Ben-Yehuda, W Emmerich, F Galan. "The RESERVOIR Model and Architecture for Open Federated Cloud Computing", IBM Journal of Research and Development, Vol. 53, No. 4. (2009).
5. D Kyriazis, A Menychtas, G Kousiouris, K Oberle, T Voith, M Boniface, E Oliveros, T Cucinotta, S Berger, "A Real-time Service Oriented Infrastructure", International Conference on Real-Time and Embedded Systems (RTES 2010), Singapore, November 2010.
6. Jothy Rosenberg and Arthur Mateos, The Cloud at Your Service, Manning Publications, 2011.
7. Peter Mell, Timothy Grance, The NIST Definition of Cloud Computing, National Institute of Standards and Technology, 2011.
8. Tim Mather, Subra Kumaraswamy, Shahed Latif, Cloud Security and Privacy, O'Reilly, 2009
9. Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy H. Katz, Andrew Konwinski, Gunho Lee, David A. Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia, "Above the Clouds: A Berkley View on Cloud Computing", Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, February 10 2009
10. J. Carolan, S. Gaede, "Introduction to Cloud Computing Architecture", Sun Microsystems, June 2009
11. TC3 Health Case Study: Amazon Web Services [online]. Available from:
<http://aws.amazon.com/solutions/case-studies/tc3-health/>
12. Barrie Sosinsky, Cloud Computing Bible, Wiley Publishing, 2011.
13. Wayne Jansen and Timothy Grance, Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing, Special Publication 800-144, 2011.

14. Lee Badger, Tim Grance, Robert Patt-Comer and Jeff Voas, Cloud Computing Synopsis and Recommendations, 800-146, 2012.
15. Bradshaw Tim, Dropbox faces growing competition in cloud storage wars, Financial Times Limited 2013
16. F. G., There's room yet in the cloud, The Economist