

3008 - Ασφάλεια & Ιδιωτικότητα στο Διαδίκτυο του Μέλλοντος

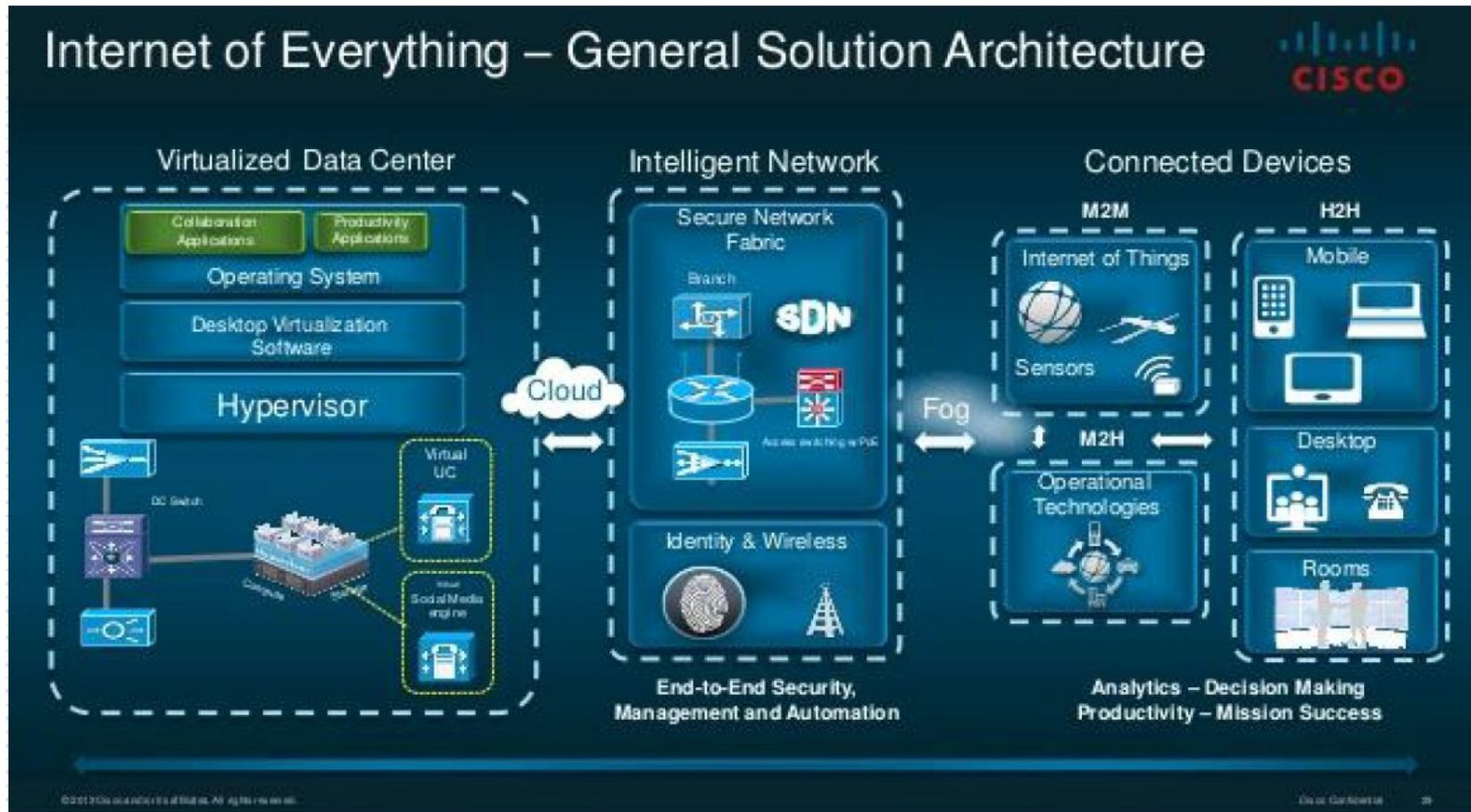
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κυριάκος Κρητικός
Αναπλ. Καθηγητής
Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και
Επικοινωνιακών Συστημάτων

Περίγραμμα

- Διαδίκτυο του Μέλλοντος
- Ορισμός IoT
- Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)
- Ομιχλώδης Προγραμματισμός (Fog Computing)
- Προγραμματισμός στις Ακμές του Δικτύου (Edge Computing)
- Μεγάλα Δεδομένα

Διαδίκτυο του Μέλλοντος

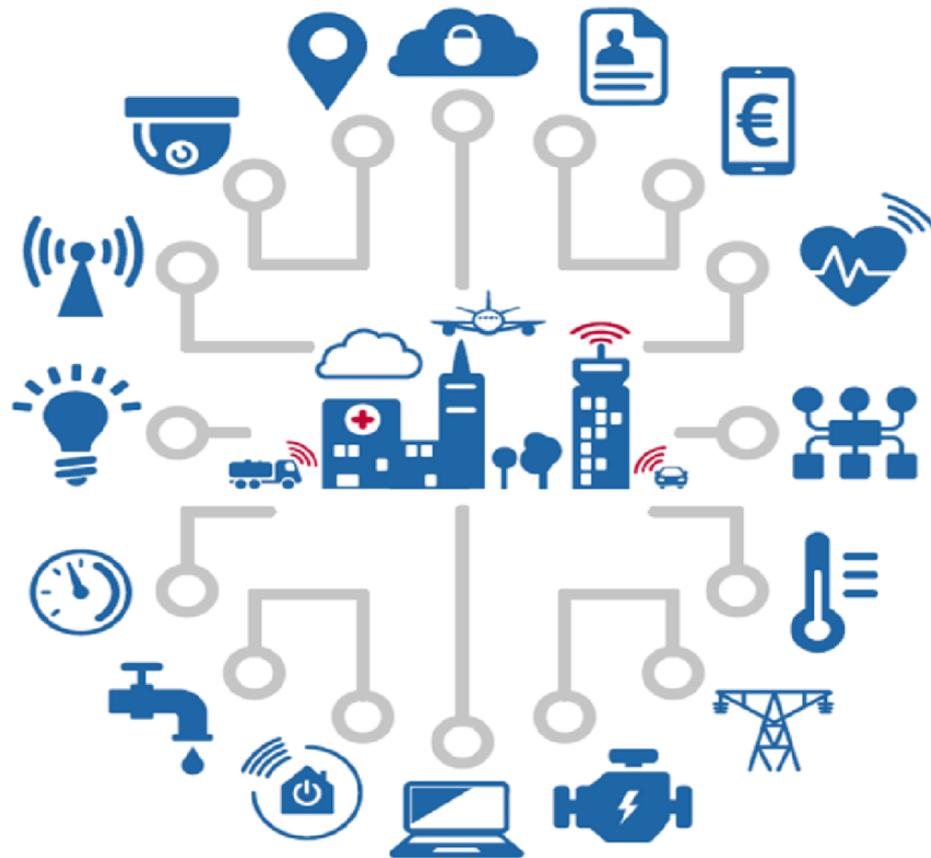


Ορισμός IoT

- Μια δυναμική παγκόσμια δικτυακή υποδομή με ικανότητες αυτό-διαμόρφωσης που βασίζεται σε πρότυπα και διαλειτουργικά πρωτόκολλα επικοινωνιών όπου φυσικά και εικονικά αντικείμενα έχουν ταυτότητες, φυσικές ιδιότητες & εικονικές προσωπικότητες ενώ χρησιμοποιούν έξυπνες διεπαφές και ενοποιούνται εύκολα στο δίκτυο πληροφορίας

Ορισμός IoT

- Ο ENISA ορίζει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT) ως ένα κυβερνο-φυσικό οικοσύστημα από διασυνδεδεμένους αισθητήρες (sensors) & ενεργοποιητές (actuators) που επιτρέπουν την λήψη αποφάσεων
 - Η πληροφορία εντοπίζεται στην καρδιά του IoT, παρέχοντας ανατροφοδότηση σε ένα συνεχή κύκλο διαίσθησης, λήψης αποφάσεων & δράσης



Πηγή: bit.ly/3JNdZ9T

Στοιχεία ΙοΤ Συστημάτων

- Αντικείμενα
 - Φυσικά ή εικονικά αντικείμενα που μπορούν να ανιχνευθούν & ενσωματωθούν σε δίκτυα επικοινωνιών
 - Έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ τους και με υπηρεσίες νέφους
 - Μπορεί να έχουν έξτρα δυνατότητες
 - Διαίσθηση, συλλογή, επεξεργασία & αποθήκευση δεδομένων
 - Εκτέλεση εφαρμογών νέφους
 - Εκτέλεση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης
 - Διαχειρίζονται, παρακολουθούνται & ελέγχονται από έξυπνα συστήματα

Στοιχεία IoT Συστημάτων

- Έξυπνη λήψη αποφάσεων
 - Αναλυτική δεδομένων & εφαρμογή έξυπνων τεχνικών διαχείρισης δεδομένων για την εξαγωγή γνώσης από μεγάλο όγκο δεδομένων
 - Χρήση της γνώσης για την λήψη αποφάσεων που μπορεί να οδηγήσει στην διενέργεια δράσεων
 - Τα δεδομένα μπορεί να αναλύονται τοπικά ή η ανάλυση να επιτελείται από άλλα στοιχεία όπως υπηρεσίες νέφους, πύλες, κα.

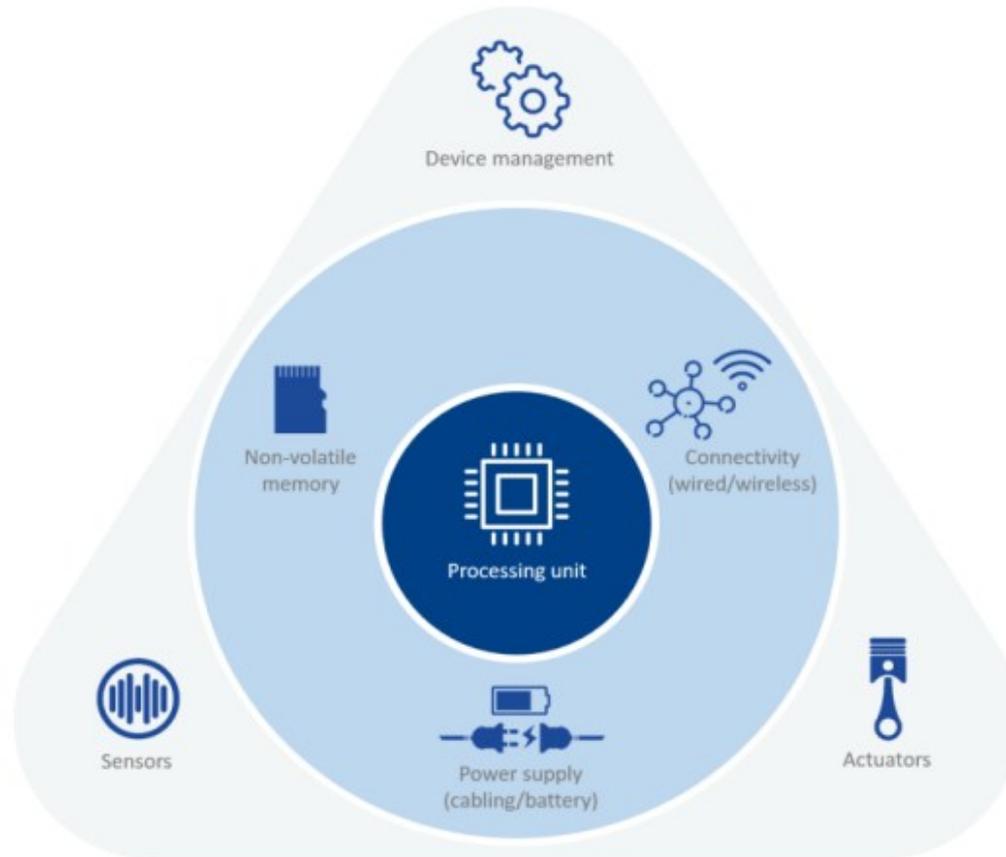
Στοιχεία IoT Συστημάτων

- Αισθητήρες (Sensors) & Ενεργοποιητές (Actuators)
 - Οι αισθητήρες
 - Παρακολουθούν το περιβάλλον λειτουργίας των IoT συστημάτων
 - Φυσικούς, χημικούς ή/και βιολογικούς δείκτες
 - Πληροφορίες για το δίκτυο & τις εφαρμογές
 - Μπορούν να είναι μικροί σε μέγεθος και να ενσωματώνονται σε αντικείμενα
 - Οι ενεργοποιητές
 - Μετακινούν ή ελέγχουν ένα σύστημα ή μηχανισμό
 - Επιτελούν φυσικές δράσεις (πχ. διαμόρφωση φωτεινότητας ή θερμοκρασίας) με βάση επεξεργασμένη πληροφορία που μπορεί να έχει εξαχθεί από μετρήσεις
 - Μπορούν να ενσωματωθούν σε αντικείμενα

Στοιχεία IoT Συστημάτων

- Ενσωματωμένα συστήματα
 - Μπορούν να περιλαμβάνουν αισθητήρες & ενεργοποιητές
 - Έχουν δυνατότητες σύνδεσης σε LAN δίκτυα ή/και στο νέφος
 - Μπορούν να εκτελούν λογισμικό
 - Μπορούν να επεξεργάζονται δεδομένα
 - Παραδείγματα:
 - έξυπνα ρολόγια, έξυπνοι θερμοστάτες

Δομή Ενσωματωμένων Συστημάτων



Πηγή: <https://www.enisa.europa.eu/publications/baseline-security-recommendations-for-iot>

Στοιχεία IoT Συστημάτων

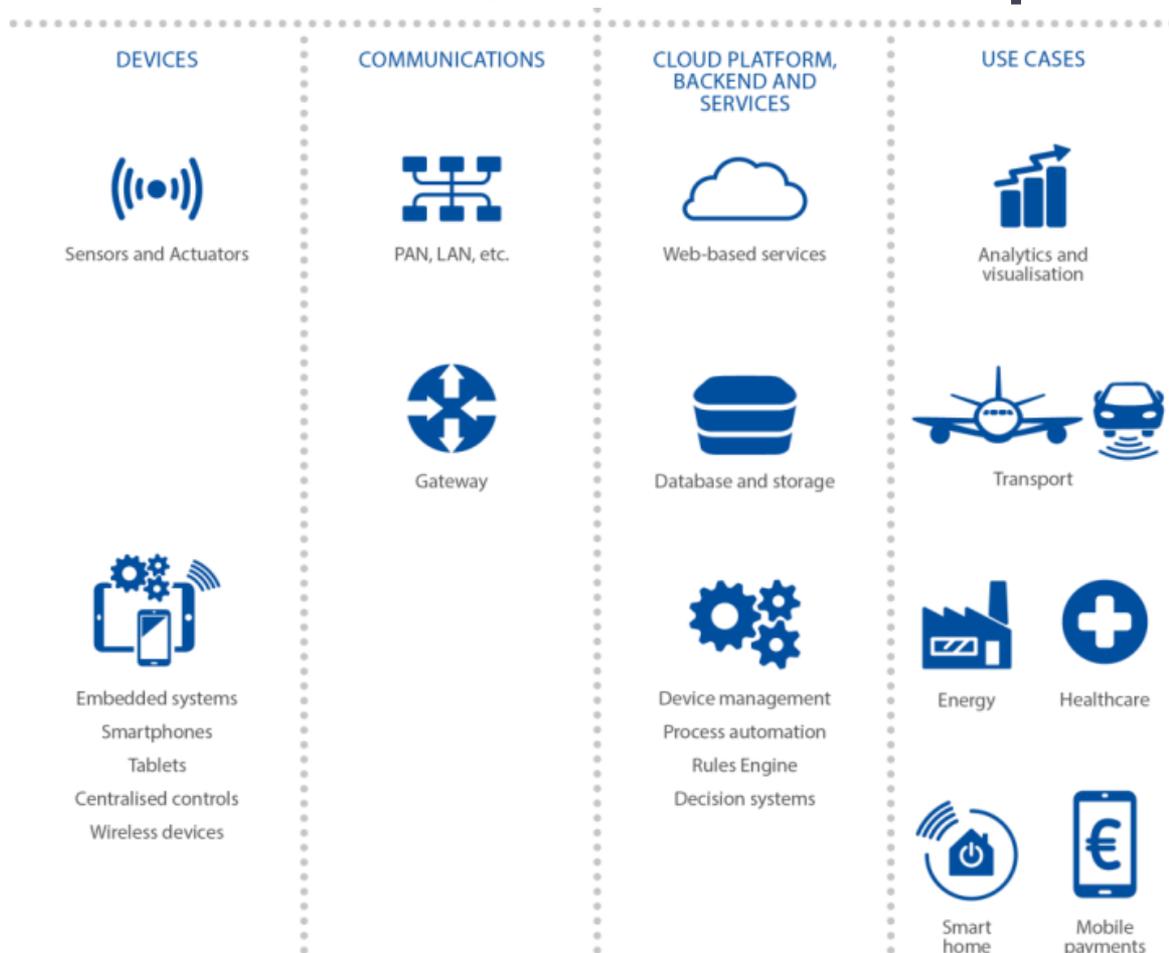
- Επικοινωνίες
 - Χρησιμοποιούνται περισσότερα του ενός πρωτόκολλα για την ικανοποίηση των αναγκών
 - Οι πύλες διασφαλίζουν την διαλειτουργικότητα
 - Τα πρωτόκολλα μπορεί να είναι ασύρματα ή ενσύρματα
 - Μπορεί να υποστηρίζονται και πρωτόκολλα που δεν είναι βασιζόμενα στο IP
 - Λαμβάνουν και αποστέλλουν μονάδες πληροφορίες με δομημένο τρόπο χρησιμοποιώντας διαφορετικά είδη δικτύων με διαφορετικά χαρακτηριστικά QoS & ασφάλειας

Πρωτόκολλα Επικοινωνιών ανά Επίπεδο

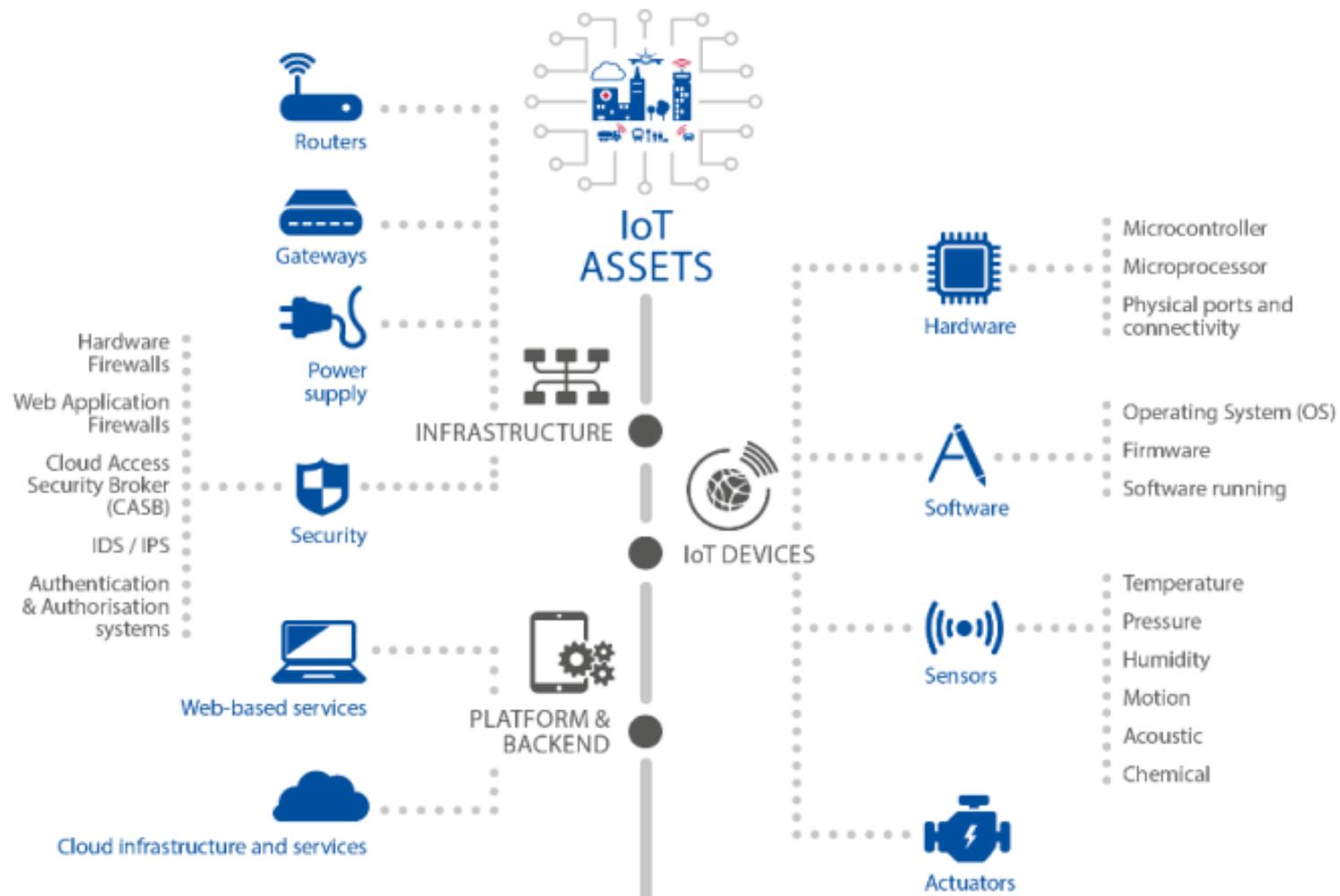
SESSION		AMQP, CoAP, DDS, MQTT, XMPP
NETWORK	ENCAPSULATION	6LowPAN, Thread
	ROUTING	CARP, RPL
DATALINK		Bluetooth / BLE, Wi-Fi / Wi-Fi HaLow, LoRaWAN, Neul, SigFox, Z-Wave, ZigBee, USB

Πηγή: <https://www.enisa.europa.eu/publications/baseline-security-recommendations-for-iot>

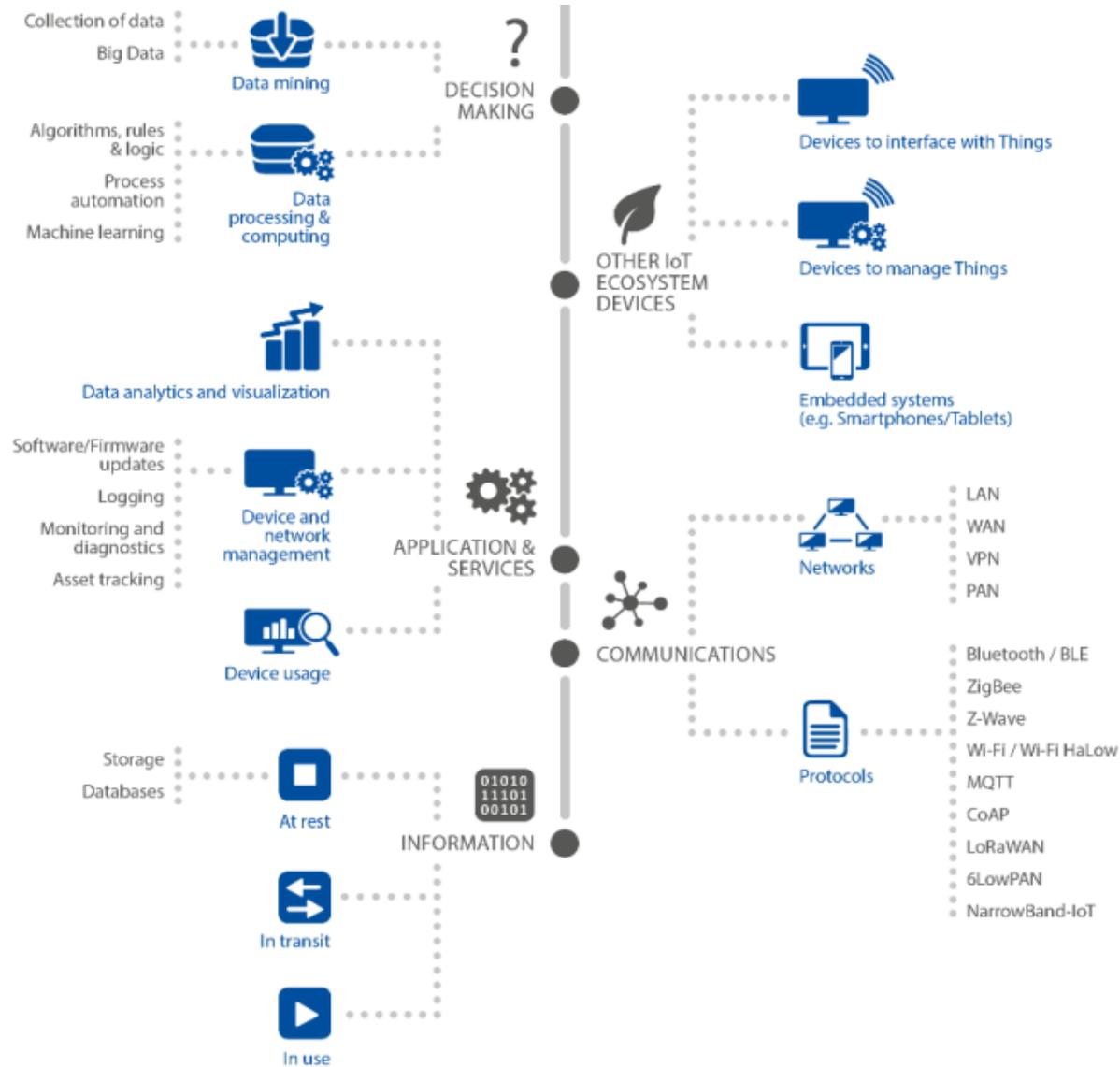
Αρχιτεκτονική IoT Συστημάτων



Πηγή: <https://www.enisa.europa.eu/publications/baseline-security-recommendations-for-iot>



Πηγή: <https://www.enisa.europa.eu/publications/baseline-security-recommendations-for-iot>

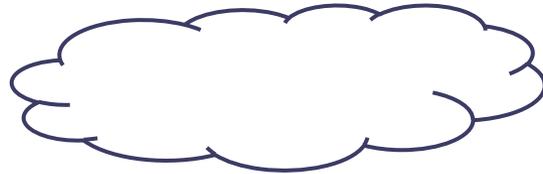


Ορισμός Υπολογιστικού Νέφους

- Παρέχετε από τον NIST & είναι ευρέως αποδεκτός στη βιομηχανία:
 - ... ΥΝ είναι ένα μοντέλο για ενεργοποίηση πανταχού παρούσας, βολικής, κατ'απαίτηση πρόσβασης από το δίκτυο μιας διαμοιρασμένης δεξαμενής διαμορφώσιμων υπολογιστικών πόρων (πχ. δικτύων, εξυπηρετητών, αποθήκευσης, εφαρμογών και υπηρεσιών), που μπορούν να παρέχονται και να αποδεσμεύονται γρήγορα, με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης ή αλληλεπίδρασης από τον πάροχο της υπηρεσίας. Αυτό το μοντέλο νέφους αποτελείται από πέντε ουσιώδη χαρακτηριστικά, 3 μοντέλα υπηρεσίας και τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης

Βασικές Αρχές και Ορολογία - Νέφος

- Νέφος: διακριτό περιβάλλον ΤΠ σχεδιασμένο να παρέχει κλιμακόμενους και μετρήσιμους πόρους ΤΠ εξ αποστάσεως.
- Συμβολισμός Νέφους:



Βασικές Αρχές και Ορολογία - Πόρος ΤΠ

- Πόρος ΤΠ (IT Resource): είναι φυσικό ή εικονικό τέχνημα (appliance) σχετιζόμενο με την ΤΠ που μπορεί να βασίζεται σε λογισμικό (πχ. εικονικός εξυπηρετητής, ειδικό πρόγραμμα λογισμικού) ή σε υλικό (πχ. φυσικός εξυπηρετητής, συσκευή δικτύου)
- Παραδείγματα πόρων ΤΠ:
 - Φυσικοί εξυπηρετητές, εικονικοί εξυπηρετητές, προγράμματα λογισμικού, υπηρεσίες, συσκευές αποθήκευσης, συσκευές δικτύου

Βασικές Αρχές και Ορολογία - Επιτόπια (On-Premise)

- Επιτόπια: οι πόροι ΤΠ βρίσκονται εντός επιχείρησης και όχι στο ΥΝ. Οι πόροι αυτοί θα λέγονται επιτόπιοι
- Βασικά σημεία επιτόπιων πόρων ΤΠ:
 - Ένας επιτόπιος πόρος μπορεί να προσπελάσει και να αλληλεπιδράσει με ένα βασιζόμενο στο ΥΝ πόρο
 - Όταν ένας επιτόπιος πόρος μεταφερθεί στο ΥΝ, τότε μετονομάζεται σε ένα πόρο βασιζόμενο στο ΥΝ
 - Μπορούν να υπάρχουν πλεονάζουσες αναπτύξεις ενός πόρου ΤΠ τόσο επιτόπια όσο και σε περιβάλλοντα ΥΝ
- Σημείωση: οι επιτόπιοι πόροι ΤΠ δεν θα πρέπει να μπερδεύονται με αυτούς ενός ιδιωτικού ΥΝ

Βασικές Αρχές και Ορολογία - Καταναλωτές & Πάροχοι ΥΝ

- Βασικοί Ρόλοι ΥΝ:
 - Πάροχος ΥΝ: παρέχει πόρους ΤΠ βασιζόμενους στο ΥΝ
 - Καταναλωτής ΥΝ: ο οργανισμός ή ιδιώτης που καταναλώνει πόρους βασιζόμενους στο ΥΝ
- Ένας οργανισμός μπορεί να παίζει είτε ένα ή και τους δύο ρόλους

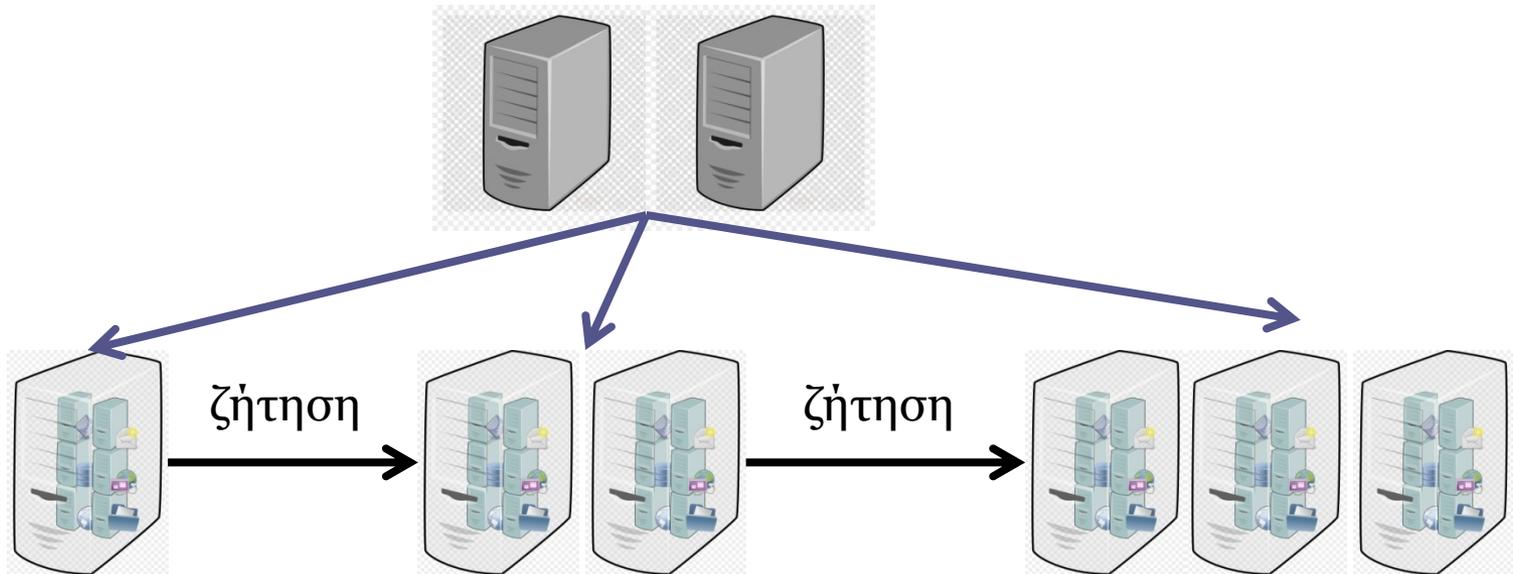
Βασικές Αρχές και Ορολογία - Κλιμάκωση (Scaling)

- Κλιμάκωση: δυνατότητα ενός πόρου ΤΠ να χειρίζεται αυξημένες ή μειωμένες απαιτήσεις χρήσης
- Τύποι κλιμάκωσης:
 - Οριζόντια: αύξηση ή μείωση πόρων του ίδιου τύπου
 - Κατακόρυφη: αντικατάσταση με πόρους υψηλότερης ή χαμηλότερης δυναμικότητας

Οριζόντια Κλιμάκωση (Horizontal Scaling)

- Το πιο συνηθισμένο είδος κλιμάκωσης σε περιβάλλοντα ΥΝ
- Υπάρχουν 2 είδη οριζόντιας κλιμάκωσης:
 - Οριζόντια αύξηση (scale out): δέσμευση επιπλέον πόρων του ίδιου τύπου
 - Οριζόντια μείωση (scale in): αποδέσμευση πόρων του ίδιου τύπου

Οριζόντια Κλιμάκωση



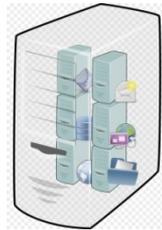
Οριζόντια κλιμάκωση

Κατακόρυφη Κλιμάκωση (Vertical Scaling)

- Δεν είναι σύνηθες τύπος κλιμάκωσης σε περιβάλλοντα ΥΝ λόγω της διακοπής υπηρεσίας κατά τη διάρκεια της αντικατάστασης
- Υπάρχουν 2 είδη:
 - Μεγέθυνση (scale up): αντικατάσταση πόρου με έναν άλλο υψηλότερης δυναμικότητας
 - Σμίκρυνση (scale down): αντικατάσταση πόρου με έναν άλλο χαμηλότερης δυναμικότητας

Κατακόρυφη Κλιμάκωση

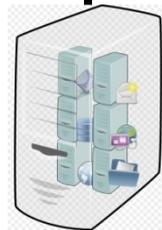
Κατακόρυφη
Κλιμάκωση –
Μεγέθυνση



4 ΕΚΜΕ



ζήτηση



2 ΕΚΜΕ

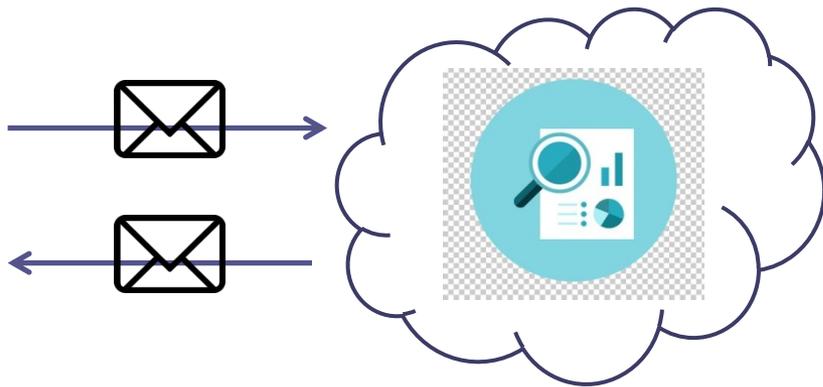
Σύγκριση 2 Τύπων Κλιμάκωσης

Οριζόντια Κλιμάκωση	Κατακόρυφη Κλιμάκωση
Φθινότερη – μέσω κοινών εξαρτημάτων υλικού	Ακριβότερη – εξειδικευμένοι εξυπηρετητές
Οι πόροι ΤΠ είναι άμεσα διαθέσιμοι	Οι πόροι ΤΠ είναι κανονικά άμεσα διαθέσιμοι
Αντίγραφα πόρων και αυτοματοποιημένη κλιμάκωση	Κανονικά απαιτείται πρόσθετη διαμόρφωση
Απαιτούνται πρόσθετοι πόροι ΤΠ	Δεν απαιτούνται πρόσθετοι πόροι ΤΠ
Δεν περιορίζεται από τη δυναμικότητα υλικού	Περιορίζεται από τη μέγιστη δυναμικότητα υλικού

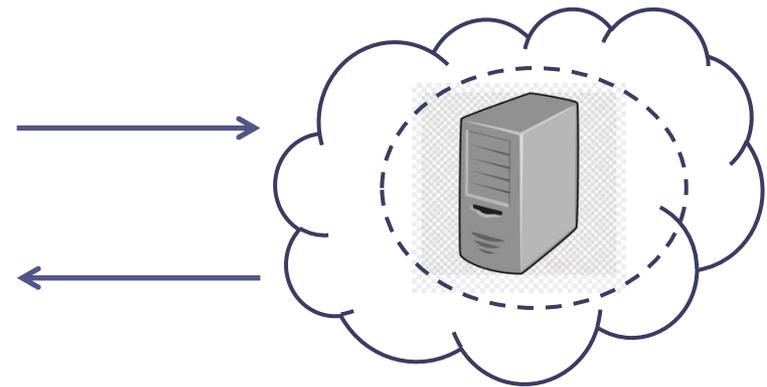
Βασικές Αρχές και Ορολογία - Υπηρεσία Νέφους (Cloud Service)

- Υπηρεσία νέφους: είναι πόρος ΤΠ που γίνεται προσπελάσιμος μέσω ενός νέφους
- Σημείωση: ο όρος υπηρεσία στο νέφος είναι ιδιαίτερα ευρύς
 - Παράδειγμα 1: απλό, βασιζόμενο στο διαδίκτυο πρόγραμμα λογισμικού με μια τεχνική διεπαφή, η οποία καλείται μέσω ενός πρωτοκόλλου ανταλλαγής μηνυμάτων
 - Παράδειγμα 2: ένα σημείο απομακρυσμένης πρόσβασης σε διαχειριστικά εργαλεία ή σε μεγαλύτερα περιβάλλοντα και σε άλλους πόρους ΤΠ

2 Παραδείγματα



Διαδικτυακό πρόγραμμα λογισμικού



Εξυπηρετητής Διαδικτύου

Service-Level Agreements (SLAs)

- Οι όροι χρήσης μιας υπηρεσίας ΥΝ εκφράζονται μέσω μιας συμφωνίας επιπέδου υπηρεσίας (SLA), ένα είδος συμβολαίου εξυπηρέτησης / υπηρεσιών ανάμεσα σε ένα πάροχο και καταναλωτή νέφους
- Η συμφωνία αυτή περιλαμβάνει διάφορους όρους όπως χαρακτηριστικά ποιότητας υπηρεσίας, συμπεριφορές και περιορισμούς για μια υπηρεσία ΥΝ
- Η συμφωνία SLA ουσιαστικά προσδιορίζει την ποιότητα υπηρεσίας που πρέπει να προσφέρεται ως ένα σύνολο από περιορισμούς ως προς ορισμένα μη λειτουργικά χαρακτηριστικά της υπηρεσίας ΥΝ (πχ., χρόνος εκτέλεσης, διαθεσιμότητα, αξιοπιστία, ασφάλεια, κα.)

Βασικές Αρχές και Ορολογία - Καταναλωτής Υπηρεσίας Νέφους

- Καταναλωτής Υπηρεσίας Νέφους (cloud service consumer): ένας προσωρινός ρόλος χρόνου εκτέλεσης που αναλαμβάνεται από ένα πρόγραμμα λογισμικού όταν προσπελαύνει μια υπηρεσία ΥΝ
- Συνηθισμένοι τύποι καταναλωτών υπηρεσιών ΥΝ:
 - Προγράμματα λογισμικού
 - Υπηρεσίες λογισμικού
 - Σταθμοί εργασίας
 - Φορητοί υπολογιστές
 - Κινητές συσκευές

Κατανάλωση Υπηρεσίας Νέφους

- Η κατανάλωση υπηρεσίας ΥΝ μπορεί να γίνεται αυτοματοποιημένα (πχ., εκτέλεση batch διαδικασιών σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα) ή
- Να οδηγείται από έναν χρήστη (πχ., ο οποίος εκτελεί ένα πρόγραμμα λογισμικού στον υπολογιστή ή κινητή του συσκευή)

Στόχοι & Οφέλη

- Μείωση κόστους
- Αύξηση κερδών
- Αυξημένη Κλιμάκωση
- Αυξημένη Διαθεσιμότητα και Αξιοπιστία
- Κατ'απαίτηση πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους χρησιμοποιώντας το μοντέλο πληρωμής με βάση τη χρήση
- Αφαιρετική χρήση της υποδομής ΥΝ ώστε οι εφαρμογές να μην δεσμεύονται σε συσκευές ή τοποθεσίες και να μπορούν να μεταφερθούν εύκολα (εφόσον αυτό είναι αναγκαίο)

Κίνδυνοι & Προκλήσεις

- Αυξημένη τρωτότητα ασφάλειας
 - Επέκταση & αλληλοεπικάλυψη ορίων εμπιστοσύνης
 - Όριο εμπιστοσύνης: μια λογική περίμετρος, τυπικά επεκτεινόμενη πέρα από τα φυσικά όρια, που παριστά τον βαθμό κατά τον οποίο οι πόροι ΤΠ είναι εμπιστευμένοι
 - Δυσκολία εδραίωσης ενιαίας αρχιτεκτονικής ασφάλειας
- Μειωμένος έλεγχος λειτουργικής διακυβέρνησης
 - Σε σχέση με επιτόπιους πόρους
 - Μη τήρηση υποχρεώσεων SLA
 - Κυμαινόμενη καθυστέρηση & πιθανοί περιορισμοί εύρους ζώνης λόγω μεγάλων γεωγραφικών αποστάσεων

Κίνδυνοι & Προκλήσεις

- Περιορισμένη φορητότητα ανάμεσα σε παρόχους νέφους
- Πολυπεριφερειακή συμμόρφωση & νομικά ζητήματα

Ρόλοι

- Τόσο οργανισμοί όσο και άνθρωποι μπορούν να αναλάβουν προκαθορισμένους ρόλους με βάση το πώς αλληλεπιδρούν με ένα ΥΝ και με τους πόρους/υπηρεσίες που παρέχει
- Κάθε ρόλος συμμετέχει στις δραστηριότητες του ΥΝ εκπληρώνοντας συγκεκριμένες εργασίες (tasks)
- Οπότε, πρέπει να προσδιορίσουμε ποιοι είναι οι βασικοί/θεμελιώδης ρόλοι καθώς και πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το ΥΝ

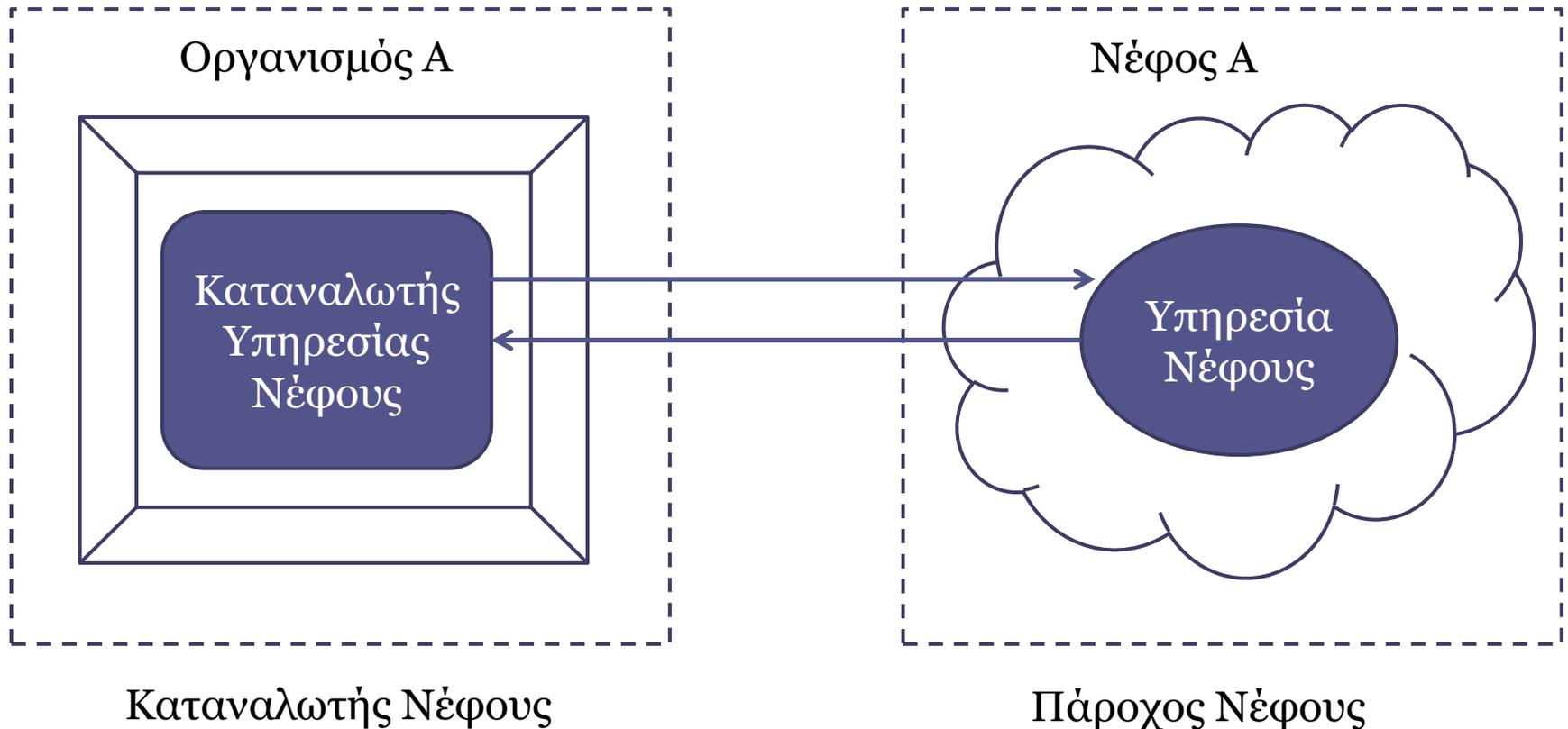
Πάροχος Νέφους (Cloud Provider)

- Παρέχει πόρους ΤΠ βασιζόμενους στο ΥΝ
- Πρέπει να καθιστά τις υπηρεσίες ΥΝ διαθέσιμες με βάση τις εγγυήσεις των SLA που υπόσχεται
- Εκτελεί καθήκοντα διοίκησης και διαχείρισης για την διασφάλιση της συνεχούς λειτουργίας της συνολικής υποδομής ΥΝ
- Κανονικά, ο πάροχος ΥΝ είναι ιδιοκτήτης των πόρων που προσφέρονται. Αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις, ορισμένοι πάροχοι νέφους μεταπωλούν τους πόρους ΤΠ που έχουν εκμισθώσει από άλλους πάροχους ΥΝ

Καταναλωτής Νέφους (Cloud Consumer)

- Είναι ιδιώτης ή οργανισμός που έχει επίσημο συμβόλαιο ή διακανονισμό με έναν πάροχο ΥΝ για να χρησιμοποιεί του πόρους ΥΝ που ο δεύτερος παρέχει
- Χρησιμοποιεί συνήθως έναν καταναλωτή υπηρεσίας ΥΝ (cloud service consumer) (πρόγραμμα λογισμικού που αλληλεπιδρά με την τεχνική διεπαφή / API μιας υπηρεσίας νέφους) για την πρόσβαση σε μια υπηρεσία ΥΝ

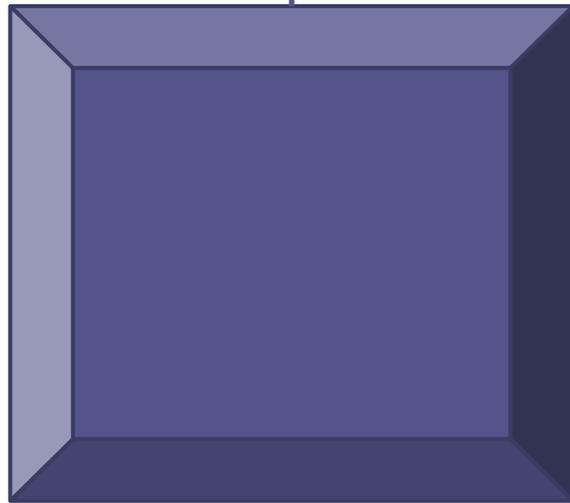
Αλληλεπίδραση Καταναλωτή - Παρόχου ΥΝ



Ιδιοκτήτης Υπηρεσίας Νέφους (Cloud Service Owner)

- Ιδιώτης ή οργανισμός στον οποίο ανήκει νομικά μια υπηρεσία νέφους
 - Μπορεί να είναι καταναλωτής ή πάροχος του νέφους μέσω του οποίου προσφέρεται η υπηρεσία
- Ο ιδιοκτήτης υπηρεσίας νέφους δεν καλείται ιδιοκτήτης (πόρου) νέφους επειδή ο ρόλος του ιδιοκτήτη υπηρεσίας νέφους εφαρμόζεται μόνο σε υπηρεσίες νέφους (που είναι εξωτερικά προσπελάσιμοι πόροι ΤΠ ευρισκόμενοι μέσα σε ένα νέφος)

ιδιοκτήτης υπηρεσίας νέφους



Καταναλωτής Νέφους



προσφέρει
το νέφος

ιδιοκτήτης
υπηρεσίας νέφους

Πάροχος Νέφους

Πρόσθετοι Ρόλοι - Ελεγκτής Νέφους (Cloud Auditor)

- Ένα τρίτο μέρος (συχνά πιστοποιημένο) που εκτελεί ανεξάρτητες αποτιμήσεις περιβαλλόντων νέφους
- Αρμοδιότητες περιλαμβάνουν:
 - Αξιολόγηση μηχανισμών και διαδικασιών ασφάλειας
 - Αποτίμηση ρίσκου και επίπτωσης στην απόδοση του συστήματος/περιβάλλοντος
- Αποτέλεσμα:
 - Ανεξάρτητη και αντικειμενική πιστοποίηση του περιβάλλοντος νέφους
 - Ενίσχυση της εμπιστοσύνης ως προς τον πάροχο αυτού του περιβάλλοντος από τους καταναλωτές

Πρόσθετοι Ρόλοι - Μεσίτης Νέφους (Cloud Broker)

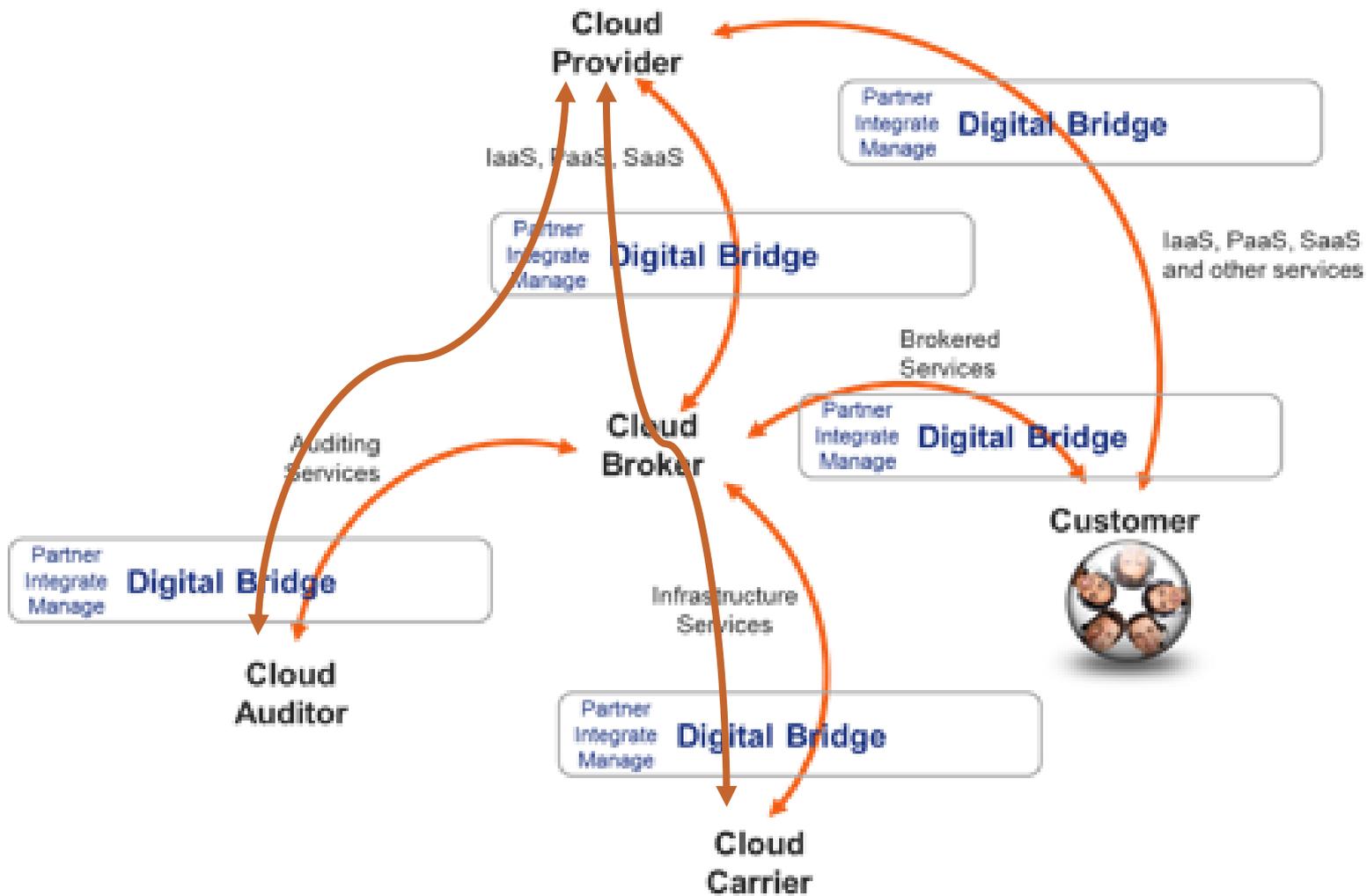
- Ένα τρίτο μέρος που αναλαμβάνει τη διαχείριση και τη διαπραγμάτευση της χρήσης υπηρεσιών νέφους μεταξύ καταναλωτών και παρόχων νέφους
- 2 κύρια χαρακτηριστικά:
 - Η ικανότητα παροχής μιας συνεπής διεπαφής σε πολλαπλούς διαφορετικούς παρόχους νέφους
 - Η πλήρη διαφάνεια ως προς το ποιος οργανισμός παρέχει τις υπηρεσίες νέφους που ενισχύονται ή συσσωματώνονται

Πρόσθετοι Ρόλοι - Μεσίτης Νέφους (Cloud Broker)

- Υπηρεσίες μεσολάβησης:
 - Διαμεσολάβηση (Intermediation)
 - ενίσχυση υπάρχουσας υπηρεσίας νέφους μέσω της βελτίωσης συγκεκριμένης ικανότητας και παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας στους καταναλωτές νέφους. Η βελτίωση μπορεί να σχετίζεται με τη διαχείριση της πρόσβασης στις υπηρεσίες νέφους, της διαχείριση ταυτότητας, την αναφορά απόδοσης, την ενίσχυση του επιπέδου ασφάλειας
 - Συσσωμάτωση (Aggregation)
 - Συνδυάζει και ενοποιεί πολλαπλές υπηρεσίες σε μια ή περισσότερες νέες υπηρεσίες. Παρέχει ενοποίηση δεδομένων και εξασφαλίζει την ασφάλεια των δεδομένων κατά την μεταφορά μεταξύ του καταναλωτή και πολλαπλών παρόχων νέφους
 - Διαιτησία Υπηρεσιών (Arbitrage)
 - Παρόμοια με την συσσωμάτωση εκτός του ότι οι υπηρεσίες νέφους που συσσωματώνονται δεν είναι σταθερές. Συνεπώς, ο μεσίτης έχει την ευελιξία να επιλέξει υπηρεσίες νέφους από πολλαπλούς παρόχους με βάση τα χαρακτηριστικά των δεδομένων, τις απαιτήσεις του χρήστη ή το περιβάλλον (context) της υπηρεσίας νέφους.

Πρόσθετοι Ρόλοι - Φορέας Νέφους (Cloud Carrier)

- Τρίτο μέρος υπεύθυνο για την ενοποίηση δικτύων ευρείας περιοχής και άλλων χαρακτηριστικών τηλεπικοινωνιακών δικτύων υψηλής αξιοπιστίας για τη ολοκλήρωση της σύνδεσης ανάμεσα σε καταναλωτές και παρόχους νέφους
 - Αναλαμβάνεται συχνά από παρόχους δικτύων και τηλεπικοινωνιών



Πηγή: Wikipedia

Χαρακτηριστικά Νέφους

- Ένα περιβάλλον ΤΠ απαιτεί την ύπαρξη ορισμένων χαρακτηριστικών που επιτρέπουν την απομακρυσμένη παροχή κλιμακούμενων και μετρούμενων πόρων ΤΠ με αποδοτικό τρόπο. Συνεπώς, αυτά τα χαρακτηριστικά εξασφαλίζουν ότι ένα νέφος θα είναι αποδοτικό
- Κύρια χαρακτηριστικά: 5 προτεινόμενα από τον NIST συν αυτό της ανθεκτικότητας

1. Χρησιμοποίηση Κατ' Απαίτηση (On Demand Usage / Self-Service)

- Ένας καταναλωτής νέφους μπορεί να προσπελάσει μονομερώς πόρους ΤΠ βασιζόμενος στο ΥΝ όποτε τους χρειάζεται
- Μόλις συγκροτηθούν, η χρήση των πόρων αυτών μπορεί να αυτοματοποιηθεί οδηγώντας σε ένα περιβάλλον χρήσης αυτό-εξυπηρέτησης κατ' απαίτηση

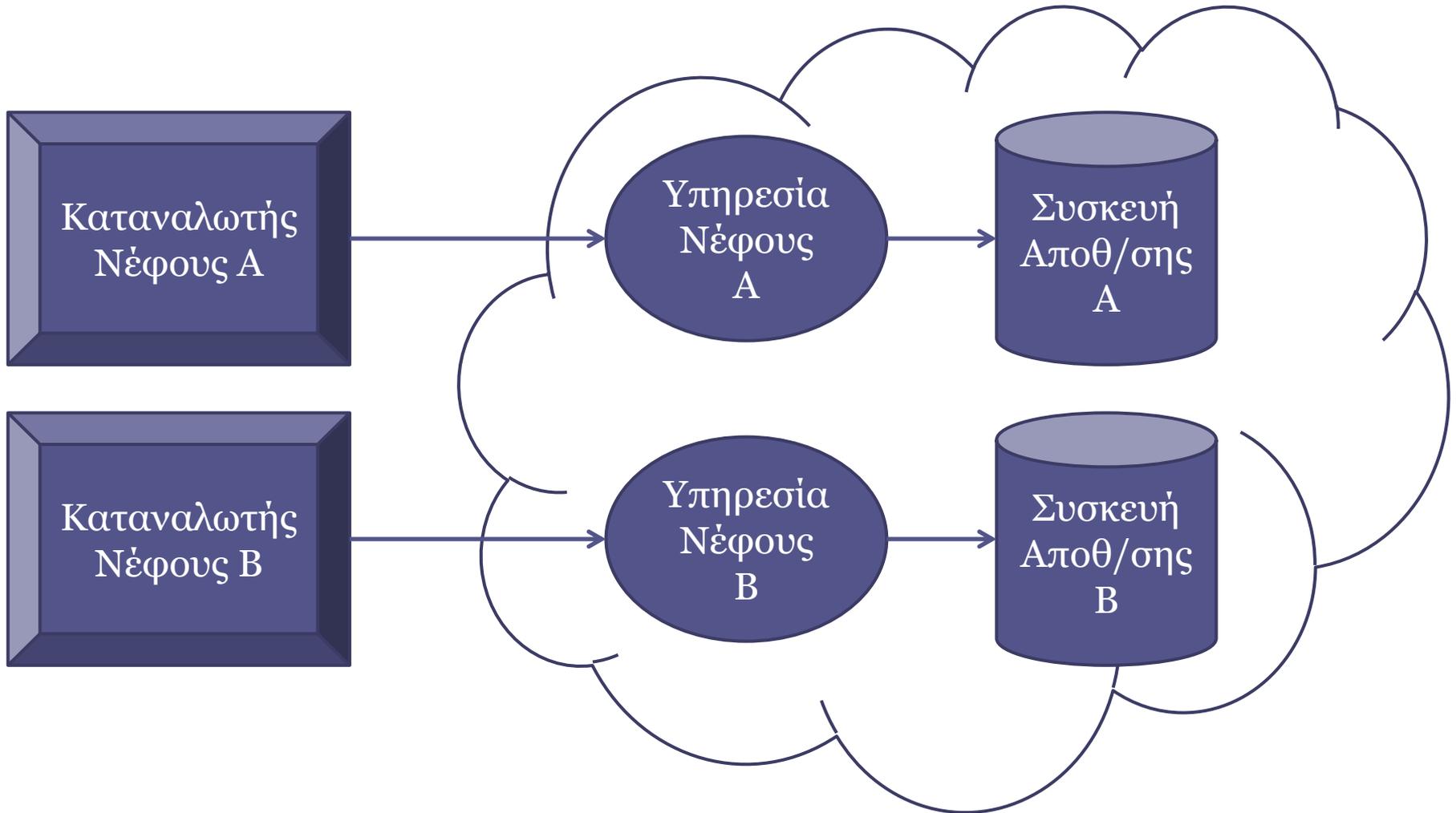
2. Πανταχού Παρούσα Πρόσβαση (Ubiquitous Access)

- Δυνατότητα μιας υπηρεσίας νέφους να είναι ευρέως προσπελάσιμη μέσω πρότυπων μηχανισμών από ετερογενείς πλατφόρμες λεπτών και πυκνών πελατών (thin & thick clients)
- Απαιτείται η υποστήριξη μιας ευρείας ποικιλίας συσκευών, πρωτοκόλλων μεταφοράς, διεπαφών και τεχνολογιών ασφάλειας
- Επιπλέον, η αρχιτεκτονική της υπηρεσίας νέφους θα πρέπει να προσαρμόζεται στις ανάγκες των διαφόρων καταναλωτών νέφους

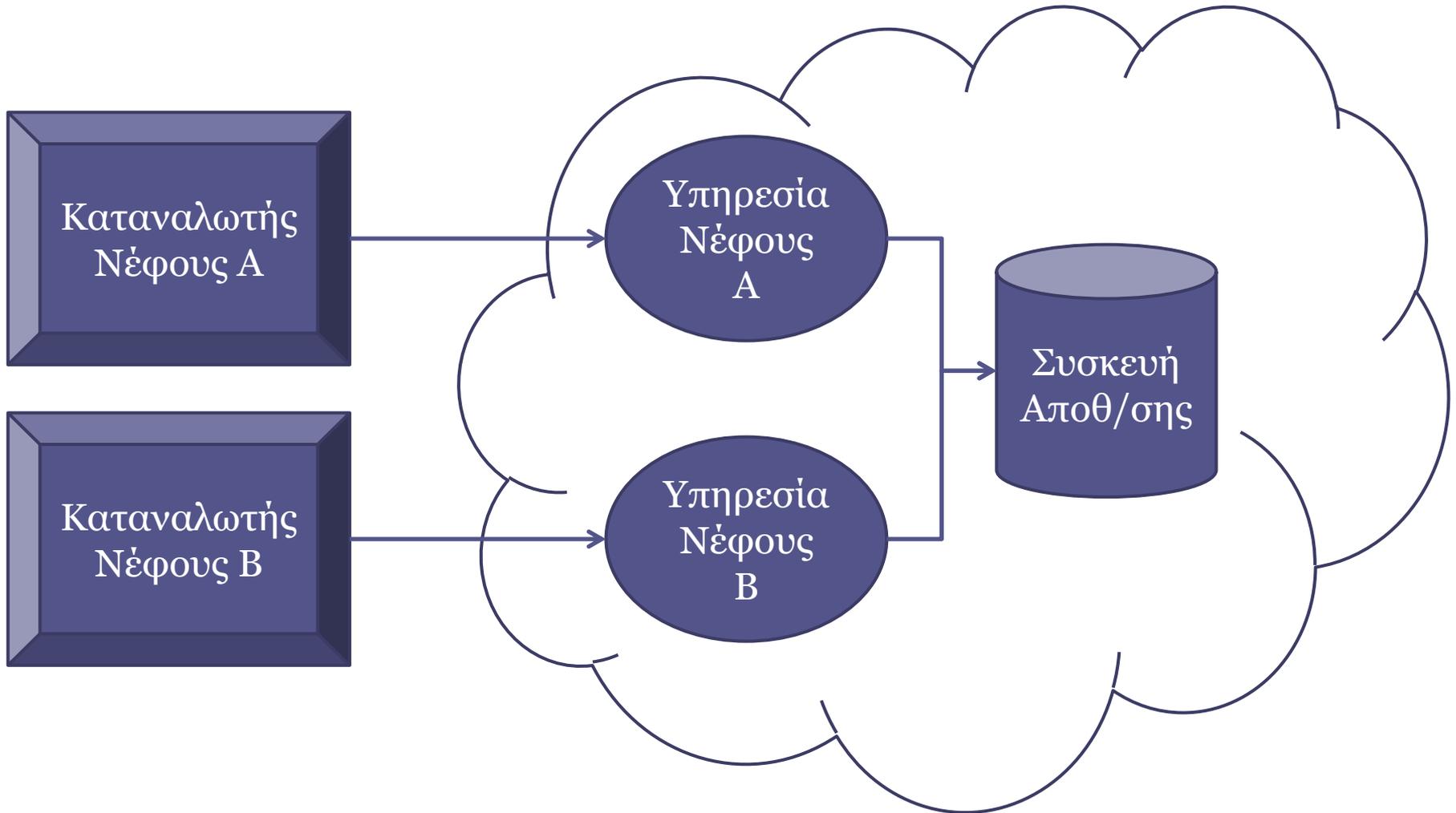
3. Πολλαπλή Μίσθωση (Multi-tenancy)

- Χαρακτηριστικό ενός προγράμματος λογισμικού να επιτρέπει σε ένα στιγμιότυπο του προγράμματος να εξυπηρετεί διαφορετικούς καταναλωτές που είναι απομονωμένοι ο ένας από τον άλλον
- Ένας πάροχος νέφους υποστηρίζει την συνεκμετάλλευση των πόρων ΤΠ του χρησιμοποιώντας μοντέλα πολλαπλής μίσθωσης που βασίζονται στην τεχνολογία εικονικοποίησης
 - Οπότε, οι πόροι εκχωρούνται δυναμικά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κάθε καταναλωτή
- Η συνεκμετάλλευση πόρων ΤΠ μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα μέσω στατιστικής πολυπλεξίας

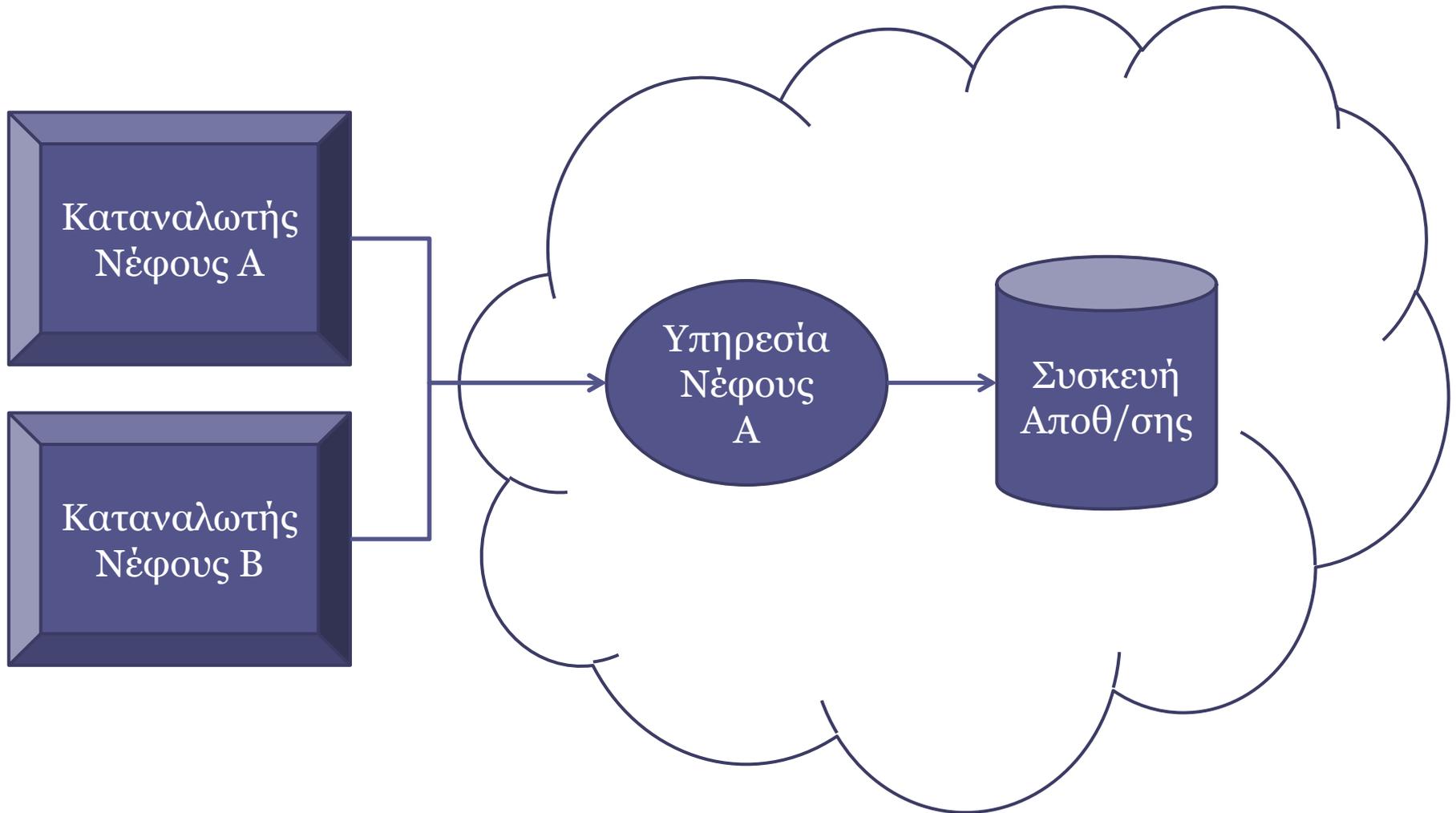
Μονή Μίσθωση (Single tenancy)



Πολλαπλή Μίσθωση (Multi-tenancy)



Πολλαπλή Μίσθωση (Multi-tenancy)



4. Ελαστικότητα (Elasticity)

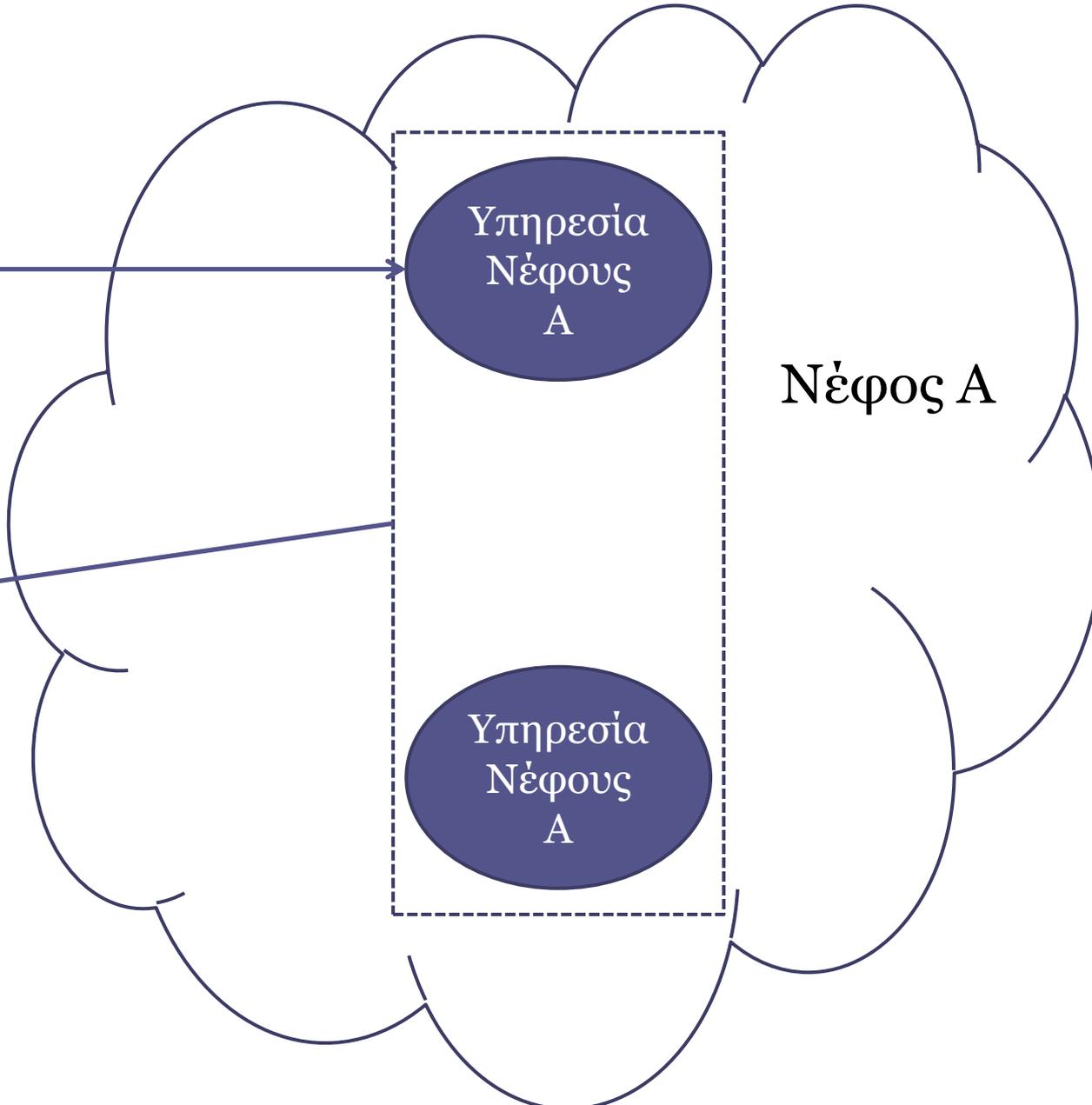
- Αυτοματοποιημένη δυνατότητα ενός νέφους να κλιμακώνει γρήγορα και διαφανώς πόρους ΤΠ, ανάλογα με την ζήτηση, ώστε να ανταποκρίνεται σε συνθήκες χρόνου εκτέλεσης (ή άλλων μετρικών) που προκαθορίζονται από τον καταναλωτή ή πάροχο νέφους
- Η ελαστικότητα θεωρείται βασικός λόγος υιοθέτησης του ΥΝ
- Οι πάροχοι νέφους με τεράστιους πόρους ΤΠ μπορούν να προσφέρουν τη μεγαλύτερη δυνατή ελαστικότητα
- Οι καταναλωτές έχουν την αίσθηση ότι οι δυνατότητες δέσμευσης πόρων είναι απεριόριστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δέσμευση οποιασδήποτε ποσότητας οποιαδήποτε χρονική στιγμή

5. Μετρούμενη Χρήση (Metered Usage)

- Δυνατότητα μιας πλατφόρμας νέφους να παρακολουθεί τη χρήση των πόρων ΤΠ του νέφους από τους καταναλωτές και να τους χρεώνει αναλόγως με βάση το υιοθετούμενο μοντέλο χρέωσης
 - Οπότε η χρέωση βασίζεται στην πραγματική χρήση των πόρων, συνήθως με βάση ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μοναδιαίας χρέωσης
- Η μετρούμενη χρήση δεν περιορίζεται στην παρακολούθηση στατιστικών στοιχείων για λόγους τιμολόγησης αλλά περιλαμβάνει τη γενική παρακολούθηση των πόρων ΤΠ του νέφους (πχ., τη διαθεσιμότητά τους) και την παραγωγή αντίστοιχων αναφορών (χρήσης, απόδοσης, κτλ.) σε ένα επίπεδο αφαίρεσης που είναι κατάλληλο για το είδος του παρεχόμενου πόρου / υπηρεσίας (αποθήκευσης, επεξεργασίας, δικτύου, κλπ.)
- Μέσω της παρακολούθησης, δίνεται η δυνατότητα του ελέγχου της χρήσης από τον διαχειριστή/πάροχο του νέφους

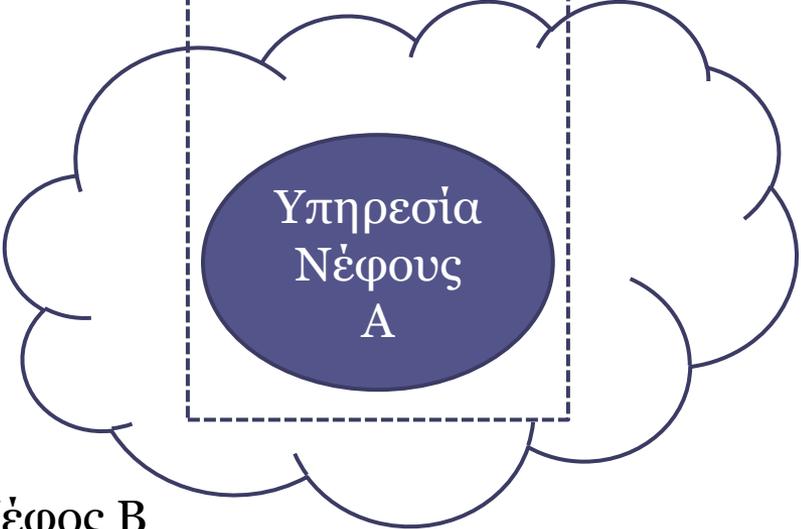
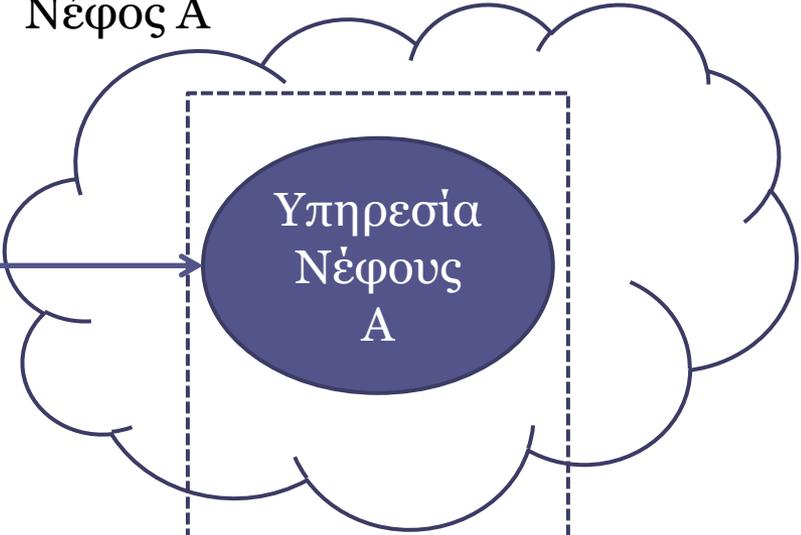
6. Ανθεκτικότητα (Resiliency)

- Δυνατότητα μεταγωγής σε εφεδρικό σύστημα που διανέμει πλεονάζουσες υλοποιήσεις πόρων ΤΠ πάνω σε φυσικές τοποθεσίες
 - Η συγκρότηση πόρων μπορεί να γίνει εκ των προτέρων έτσι ώστε αν κάποιος παρουσιάσει κάποιο πρόβλημα να αντικαθίσταται από μια άλλη πλεονάζουσα υλοποίηση
- Στο ΥΝ, η ανθεκτικότητα μπορεί να υποστηριχθεί είτε σε ένα νέφος ή κατά μήκος πολλαπλών νεφών
- Η ανθεκτικότητα επιτρέπει την αύξηση της αξιοπιστίας και της διαθεσιμότητας των εφαρμογών πάνω από ΥΝ





Νέφος Α



Νέφος Β



Μοντέλα Παράδοσης Νέφους (Cloud Delivery Models)

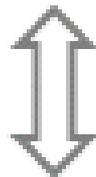
- Ένα μοντέλο παράδοσης νέφους αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο, συσκευασμένο εκ των προτέρων συνδυασμό πόρων ΤΠ που προσφέρονται από έναν πάροχο νέφους
- 3 κύρια μοντέλα παράδοσης εφαρμόζονται κατά κόρον στο ΥΝ:
 - Υποδομή ως Υπηρεσία (Infrastructure as a Service)
 - Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (Platform as a Service)
 - Λογισμικό ως Υπηρεσία (Software as a Service)

Μοντέλα Παράδοσης Νέφους

- Η εμβέλεια των μοντέλων αυτών είναι επικαλυπτόμενη ενώ το επίπεδο αφαίρεσης είναι αυξανόμενο από το χαμηλότερο επίπεδο της υποδομής στο υψηλότερο του λογισμικού. Ενώ τα επίπεδα είναι προφανώς συσχετιζόμενα, τα μοντέλα αυτά δεν είναι πάντοτε (στα πλαίσια μιας προσφερόμενης υπηρεσίας νέφους):
 - Μια υπηρεσία SaaS μπορεί να υλοποιηθεί σε φυσικά μηχανήματα απευθείας (χωρίς την χρήση των επιπέδων PaaS και IaaS) ενώ κάποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε ένα πρόγραμμα απευθείας, χωρίς αυτό να είναι διαθέσιμο ως μια υπηρεσία SaaS, εφόσον τρέχει πάνω από μια υπηρεσία IaaS (δηλ. ιδεατούς πόρους υποδομής)

Cloud Clients

Web browser, mobile app, thin client, terminal emulator, ...



SaaS

CRM, Email, virtual desktop, communication, games, ...

PaaS

Execution runtime, database, web server, development tools, ...

IaaS

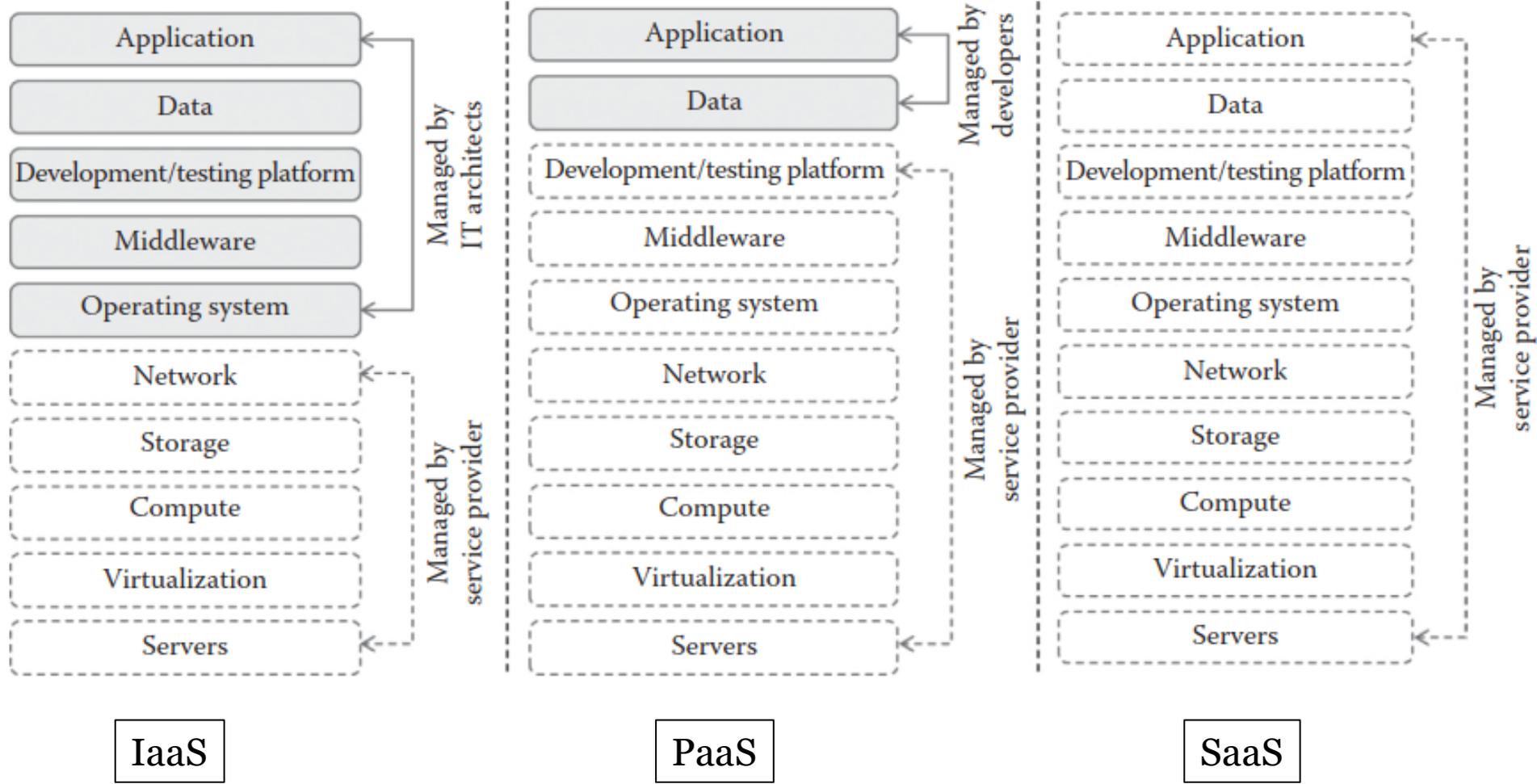
Virtual machines, servers, storage, load balancers, network, ...

Application

Platform

Infra-
structure

Πηγή: Wikipedia



IaaS

PaaS

SaaS

Πηγή: [1]

Πάροχοι IaaS & Πλατφόρμων IaaS

Πάροχος	Άδεια	Μοντέλο Ανάπτυξης	ΛΣ Ξενοστή	ΛΣ Φιλοξενίας	Hypervisors
Amazon Web Services	Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Μη διαθέσιμο	Οποιοδήποτε	Xen
Google Compute Engine	Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Μη διαθέσιμο	Οποιοδήποτε	KVM
Microsoft Windows Azure	Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Μη διαθέσιμο	Οποιοδήποτε	Windows Azure Hypervisor
Eucalyptus	GPLv3	Ιδιωτικό & Υβριδικό	Linux	Windows, Linux,	Xen, KVM, VMware
CloudStack	Apache 2	Ιδιωτικό	Linux	Windows, Linux, διάφορες εκδόσεις BSD	KVM, vSphere, XenServer/XCP
OpenNebula	Apache 2	Όλα	CentOS, Debian, & openSUSE	Windows, Linux	Xen, KVM, VMware
OpenStack	Apache 2	Όλα	CentOS, Debian, Fedora, RHEL, openSUSE, Ubuntu	CentOS, Ubuntu, Windows & FreeBSD	libvirt, Hyper-V, VMware, XenServer 6.2, baremetal, docker, Xen, LXC μέσω libvirt

Πάροχοι PaaS

Πάροχος	Άδεια	Μοντέλο Ανάπτυξης	Γλώσσες	Πλαίσια	Βάσεις Δεδομένων	Εργαλεία
Cloud Foundry	Δημόσια & Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Python, PHP, Java, Groovy, Scala, Ruby	Spring, Grails, Play, Node.js, Lift, Rails, Sinatra, Rack	MySQL, PostgreSQL, MongoDB, Redis	CLI, IDEs, & εργαλεία ανάπτυξης
Google App Engine	Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Python, Java, Groovy, JRuby, Scala, Clojure, Go, PHP	Django, CherryPy, Pyramid, Flask, web2py, webapp2	Google Cloud SQL, Datastore, BigTable, Blobstore	APIs
Heroku	Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Ruby, Java, Scala, Clojure, Python, PHP, Perl	Rails, Play, Django, Node.js	ClearDB, PostgreSQL, Cloudant, Membase, MongoDB, Redis	CLI, RESTful API
Microsoft Azure	Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Net, PHP, Python, Ruby, Java	Django, Rails, Drupal, Joomla, WordPress, DotNetNuke, Node.js	SQL Azure, MySQL, MongoDB, CouchDB	RESTful API, IDEs

Πάροχοι PaaS

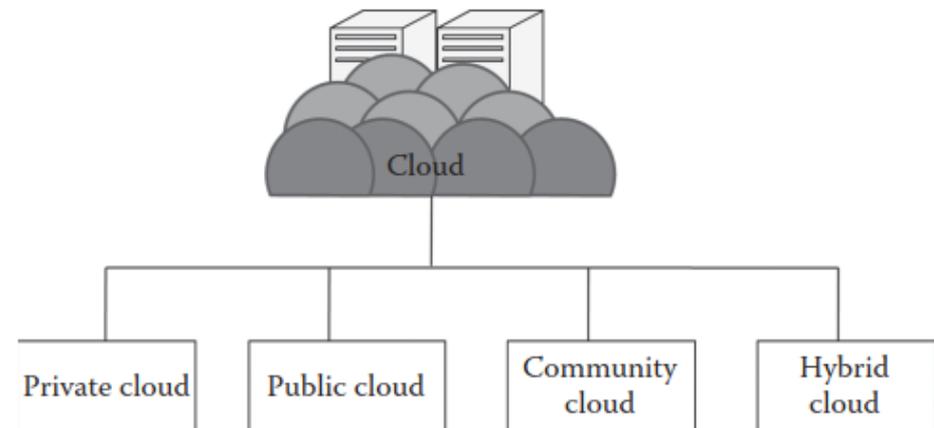
Πάροχος	Άδεια	Μοντέλο Ανάπτυξης	Γλώσσες	Πλαίσια	Βάσεις Δεδομένων	Εργαλεία
OpenShift	Ιδιόκτητη	Δημόσιο	Java, Ruby, Python, PHP, Perl	Node.js, Rails, Drupal, Joomla, WordPress, Django, EE6, Spring, Play, Sinatra, Rack, Zend	MySQL, PostgreSQL, MongoDB	Web UI, APIs, CLI, IDEs
ActiveState Stackato	Ιδιόκτητη	Ιδιωτικό	Java, Perl, PHP, Python, Ruby, Scala, Clojure, Go	Spring, Node.js, Drupal, Joomla, WordPress, Rails, Django, Sinatra	MySQL, PostgreSQL, MongoDB, Redis	CLI, IDE
CloudBees	Ιδιόκτητη	Ιδιωτικό	Java, Groovy, Scala	Spring, JRails, JRuby, Grails	MySQL, PostgreSQL, MongoDB, CouchDB	API, SDK, IDEs
Cloudify	Δημόσια	Όλα	Οποιαδήποτε ορίζεται από συνταγή (recipe)	Rails, Play, και άλλα	MySQL, MongoDB, Couchbase, Cassandra, και άλλες	CLI, web UI, REST API
Melodic	Δημόσια	Όλα	Οποιαδήποτε	Οποιοδήποτε	Οποιαδήποτε	Web UI, REST API

Πάροχοι SaaS

Πάροχος	Υπηρεσίες SaaS
Salesforce.com	CRM λύσεις κατ'απαίτηση
Google Apps	Gmail, Google Calendar, Talk, Docs, και Sites (Ιστότοποι)
Microsoft	Online σουίτας γραφείου, λογισμικού
NetSuite	ERP, λογιστικής, διαχείρισης παραγγελιών, διαχείρισης αποθεμάτων, CRM, επαγγελματικές υπηρεσίες αυτοματισμού, ηλ. εμπορίου
Concur	Ενοποιημένες λύσεις διαχείρισης ταξιδιών και δαπανών
GoToMeeting	τηλεσυναντήσεων, τηλε-συνεδρίων με καταγραφή βίντεο, διαμοιρασμού επιφάνειας εργασίας
Constant Contact	μάρκετινγκ μέσω αλληλογραφίας & πολυμέσων, διαδικτυακών ερευνών, ψηφιακών βιτρίνων καταστημάτων, εργαλείων τοπικών προσφορών
Workday, Inc.	Διαχείρισης ανθρώπινου κεφαλαίου, οικονομικής διαχείρισης
Oracle CRM	CRM
Intacct	Οικονομικής διαχείρισης και λογιστικής

Μοντέλα Ανάπτυξης Νεφών

- Ένα μοντέλο ανάπτυξης νέφους παριστά ένα συγκεκριμένο τύπο περιβάλλοντος νέφους
- Υπάρχουν 4 βασικά μοντέλα ανάπτυξης, τα οποία διαφέρουν ως προς την ιδιοκτησία, το μέγεθος τους και την πρόσβαση σε αυτά:
 - Δημόσιο νέφος
 - Κοινοτικό νέφος
 - Ιδιωτικό νέφος
 - Υβριδικό νέφος



Πηγή: [1]

Δημόσιο Νέφος

- Δημόσια προσβάσιμο περιβάλλον νέφους που ανήκει σε ένα πάροχο νέφους (πχ. επιχείρηση, ακαδημαϊκό/ερευνητικό ίδρυμα, κυβερνητικός οργανισμός)
- Οι πόροι σε ένα δημόσιο νέφος παρέχονται με βάση τα προαναφερόμενα μοντέλα παράδοσης, οι οποίοι προσφέρονται με κάποια χρέωση ή εμπορευματοποιούνται μέσω άλλων οδών (πχ., διαφήμιση)
- Ο πάροχος είναι υπεύθυνος για την δημιουργία και συντήρηση του νέφους και των πόρων του

Χαρακτηριστικά Δημόσιου Νέφους

- Αρκετά κλιμακώσιμο
 - Πρέπει να είναι μεγάλο
- Προσιτό οικονομικά
 - Με ευέλικτο μοντέλο χρέωσης pay-as-you-go
- Λιγότερο ασφαλές
 - Σε σχέση με τα άλλα μοντέλα ανάπτυξης
 - Υψηλότερη πιθανότητα εισβολής / έκθεσης δεδομένων
- Περισσότερο διαθέσιμο από οπουδήποτε
 - Άλλα μοντέλα ανάπτυξης είναι περιορισμένα γεωγραφικά ή εν γένει όσον αφορά την πρόσβασή τους
- Αυστηρά και ανταγωνιστικά SLAs
 - Που συνήθως ικανοποιούνται
 - Λόγω ανταγωνισμού, οι προσφερόμενες υπηρεσίες πρέπει να είναι αξιόπιστες, οικονομικές και με κατάλληλη ποιότητα υπηρεσίας

Θέματα Δημόσιου Νέφους

- **SLA**
 - Πρέπει να καλύψει μεγάλη γκάμα χρηστών με δίκαιο τρόπο
 - Μπορεί να υπάρχουν διαφοροποιήσεις ανάλογα με το είδος του χρήστη (διαφορετικά SLAs, προνόμια ή εκπτώσεις για συχνούς ή σημαντικούς πελάτες)
- **Δίκτυο**
 - Μπορεί να ελεγχθεί εντός του παρόχου αλλά όχι εκτός (διαδίκτυο)
 - Μπορεί να συναφθούν ειδικές συμφωνίες με παρόχους δικτύων για την ικανοποίηση απαιτήσεων

Θέματα Δημόσιου Νέφους

- Απόδοση
 - Εξαρτάται από τον αριθμό των χρηστών, τις απαιτήσεις τους, τον αριθμό των διαθέσιμων πόρων, τον τρόπο διαχείρισης των πόρων & του δικτύου
- Πολλαπλή μίσθωση
 - Κυρίως υπάρχει ρίσκο ασφάλειας για αποκάλυψη δεδομένων ή μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση
- Τοποθεσία
 - Κρίσιμη ως προς την απόδοση
 - Μεγάλοι πάροχοι εξυπηρετούν πελάτες με το πιο κοντινό κέντρο δεδομένων
 - Ρίσκο μη συμμόρφωσης με νόμους και κανονισμούς, ιδιαίτερα όσον αφορά την ιδιωτικότητα

Θέματα Δημόσιου Νέφους

- Ασφάλεια & ιδιωτικότητα
 - Επικάλυψη ορίων εμπιστοσύνης
 - Μη συμβατοί μηχανισμοί ασφάλειας
 - Ρίσκο παραβίασης νόμων ή απαιτήσεων ασφάλειας
- Κανονισμοί και νόμοι
 - Εκτός από θέματα ιδιωτικότητας, μπορεί να υπάρχουν ανεπιθύμητες επιβολές αποκάλυψης δεδομένων σε ορισμένες χώρες όπου μπορεί να λειτουργεί ένα κέντρο δεδομένων

Θέματα Δημόσιου Νέφους

- Διαχείριση νέφους
 - Καταλληλότητα εργασιών διαχείρισης επιδρά στην απόδοση των υπηρεσιών, την διαθεσιμότητα των πόρων και το κόστος λειτουργίας των κέντρων δεδομένων
- Διατήρηση νέφους
 - Ανάγκη διατήρησης όλων των συστατικών νέφους
 - Έγκαιρη και πιθανώς προληπτική αντικατάσταση πόρων/συστατικών
 - Εξάρτηση με διαχείριση ως προς την σωστή λειτουργία των πόρων

Κοινοτικό Νέφος

- Παρόμοιο με δημόσιο νέφος αλλά η πρόσβαση σε αυτό περιορίζεται σε μια κοινότητα καταναλωτών νέφους
- Το κοινοτικό νέφος μπορεί να ανήκει από κοινού σε μέλη της κοινότητας ή να παρέχεται από ένα τρίτο μέρος
- Τα μέλη της κοινότητας συνήθως μοιράζονται την ευθύνη ορισμού και ανάπτυξης του κοινοτικού νέφους
- Η συμμετοχή στην κοινότητα δεν εξασφαλίζει την πρόσβαση σε ή τον έλεγχο όλων των πόρων του νέφους
 - Η (περιορισμένη) πρόσβαση σε εξωτερικά μέλη επιτρέπεται μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις

Χαρακτηριστικά Κοινοτικού Νέφους

- Συνεργατική & κατανεμημένη διατήρηση
- Μερικώς ασφαλές
 - Ρίσκα αφορούν κυρίως επιθέσεις & εισβολές που προέρχονται από την κοινότητα
- Αποτελεσματικό ως προς το κόστος
 - Τόσο το κόστος όσο και διάφορες υπευθυνότητες διαμοιράζονται από τα μέλη της κοινότητας

Ιδιωτικά Νέφη

- Ανήκουν σε έναν μόνο οργανισμό
- Μπορεί να είναι μικρά σε μέγεθος
- Επιτρέπουν σε έναν οργανισμό να χρησιμοποιεί τεχνολογία ΥΝ ως τρόπο κεντριοποίησης της πρόσβασης σε πόρους ΤΠ από διαφορετικά μέρη, διαφορετικές τοποθεσίες ή διαφορετικά τμήματα του οργανισμού
- Μπορεί να λειτουργεί ως πλήρως ελεγχόμενο περιβάλλον έτσι ώστε ορισμένες από τις προκλήσεις και ζητήματα/προβλήματα του ΥΝ είτε να περιορίζονται είτε να εξαλείφονται
- Η χρήση ενός ιδιωτικού νέφους μπορεί να αλλάξει τον τρόπο που ορίζονται και εφαρμόζονται τα όρια οργανισμού & εμπιστοσύνης

Ιδιωτικά Νέφη

- Η διαχείριση του περιβάλλοντος ιδιωτικού νέφους μπορεί να γίνει από υπάλληλους του οργανισμού ή να ανατεθεί σε τρίτα, εξωτερικά μέρη
- Η διάταξη του πραγματοποιείται με την χρήση εργαλείων/πλατφόρμων Openstack & Eucalyptus
- Σε ένα ιδιωτικό νέφος, ο οργανισμός παίζει τόσο το ρόλο του καταναλωτή όσο και του παρόχου του νέφους
 - Ένα τμήμα του οργανισμού είναι ουσιαστικά ο πάροχος (πχ., το τμήμα ΤΠ)
 - Τα υπόλοιπα τμήματα μπορούν να παίξουν τον ρόλο του καταναλωτή

Χαρακτηριστικά Ιδιωτικού Νέφους

- Ασφαλές
 - Μικρότερη πιθανότητα εισβολής και έκθεσης δεδομένων
 - Δυνατότητα χρήσης και ασφαλούς διαμόρφωσης κατάλληλων μηχανισμών & πολιτικών ασφάλειας
- Κεντρικός έλεγχος
- Αδύναμα SLAs
 - Διότι αφορούν εσωτερικά τον οργανισμό

Υβριδικά Νέφη

- Ένα περιβάλλον νέφους που αποτελεί σύνθεση δύο ή περισσότερων ξεχωριστών υποδομών νέφους (ιδιωτικές, κοινοτικές ή δημόσιες), οι οποίες παραμένουν μοναδικές οντότητες αλλά δεσμεύονται μαζί από πρότυπες ή ιδιόκτητες τεχνολογίες που επιτρέπουν την φορητότητα δεδομένων και εφαρμογών
 - Οπότε μιλάμε για υβριδικό μοντέλο ανάπτυξης νέφους
- Συνήθης πρακτική
 - Λειτουργία ιδιωτικού νέφους και άντληση επιπλέον πόρων κατ'απαίτηση από το δημόσιο νέφος
 - Εκμετάλλευση της υπολογιστικής δύναμης του δημόσιου νέφους διατηρώντας τις ιδιότητες του ιδιωτικού
- Παράδειγμα:
 - Καταναλωτής νέφους αναπτύσσει και ενοποιεί διαφορετικές υπηρεσίες νέφους, όπου οι πρώτες τρέχουν σε ιδιωτικό νέφος διότι διαχειρίζονται προσωπικά δεδομένα ενώ οι δεύτερες τρέχουν σε δημόσιο νέφος διότι διαχειρίζονται μη προσωπικά δεδομένα
- Οι υβριδικές αρχιτεκτονικές ανάπτυξης νέφους μπορεί να είναι σύνθετες καθώς και δύσκολες στην υλοποίηση και συντήρηση λόγω:
 - Πιθανής ανομοιότητας των περιβαλλόντων νέφους που ενοποιούνται
 - Της δυσκολίας στην διαίρεση των ευθυνών μεταξύ των παρόχων των διαφορετικών ειδών νέφους (ειδικά σε ότι αφορά συγκεκριμένα γεγονότα που μπορούν να συμβούν στο υβριδικό περιβάλλον)

Χαρακτηριστικά Υβριδικού Νέφους

- Κλιμακώσιμο
 - Το συμπεριλαμβανόμενο ιδιωτικό μπορεί να μην είναι τόσο κλιμακώσιμο αλλά ο συνδυασμός του με δημόσιο είναι
- Εν μέρη ασφαλές
 - Πηγή ρίσκου είναι το δημόσιο νέφος ενώ το ιδιωτικό μπορεί να χαρακτηριστεί ασφαλές
- Αυστηρά SLAs
 - Μεταξύ του παρόχου του ιδιωτικού νέφους και αυτών των συνεργαζόμενων δημόσιων νεφών
- Πολύπλοκη διαχείριση

Θέματα Υβριδικού Νέφους

- **SLA**
 - Ανάγκη ύπαρξης κατάλληλων, αυστηρών SLAs όσον αφορά την παροχή υπηρεσιών δημόσιου νέφους
- **Δίκτυο**
 - Επιπλέον κόστος διαχείρισης διότι πρέπει να διαχειρισθεί τόσο το ιδιωτικό δίκτυο όσο και η διασύνδεση με το διαδίκτυο (ως προς την πρόσβαση στο δημόσιο νέφος)

Θέματα Υβριδικού Νέφους

- Απόδοση
 - Εξαρτάται κυρίως από το ιδιωτικό νέφος
 - Το δημόσιο επιλέγεται ώστε να διατηρείται το ίδιο ή καλύτερο επίπεδο απόδοσης
- Πολλαπλή μίσθωση:
 - Πρέπει να αντιμετωπισθεί η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά στο δημόσιο νέφος
- Τοποθεσία
 - Μπορεί να είναι πλήρως απομακρυσμένη αν το ιδιωτικό νέφος έχει ανατεθεί σε εξωτερικό συνεργάτη. Σε κάθε περίπτωση, θέματα απόδοσης θα πρέπει να αντιμετωπισθούν ιδιαίτερα διότι αναμειγνύεται το διαδίκτυο για την πρόσβαση στις υπηρεσίες δημόσιου νέφους

Θέματα Υβριδικού Νέφους

- Ασφάλεια & Ιδιωτικότητα
 - Το ρίσκο είναι πιο υψηλό στο δημόσιο νέφος
 - Δεδομένα θα πρέπει να μεταφέρονται και να αποθηκεύονται εκεί με ασφαλή τρόπο ακόμη και εις βάρος της απόδοσης
 - Νομοθεσία ιδιωτικότητας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για δεδομένα που μεταφέρονται στο δημόσιο νέφος
- Διαχείριση
 - Κυρίως θέμα διαχείρισης του ιδιωτικού νέφους
 - Το δημόσιο νέφος διαχειρίζεται από τον πάροχό του αλλά θέματα χρήσης των υπηρεσιών δημόσιου νέφους εμπίπτουν εδώ και δημιουργούν επιπλέον φόρτο διαχείρισης
- Διατήρηση
 - Κυρίως θέμα διατήρησης του ιδιωτικού νέφους
 - Το δημόσιο διατηρείται από τον πάροχό του

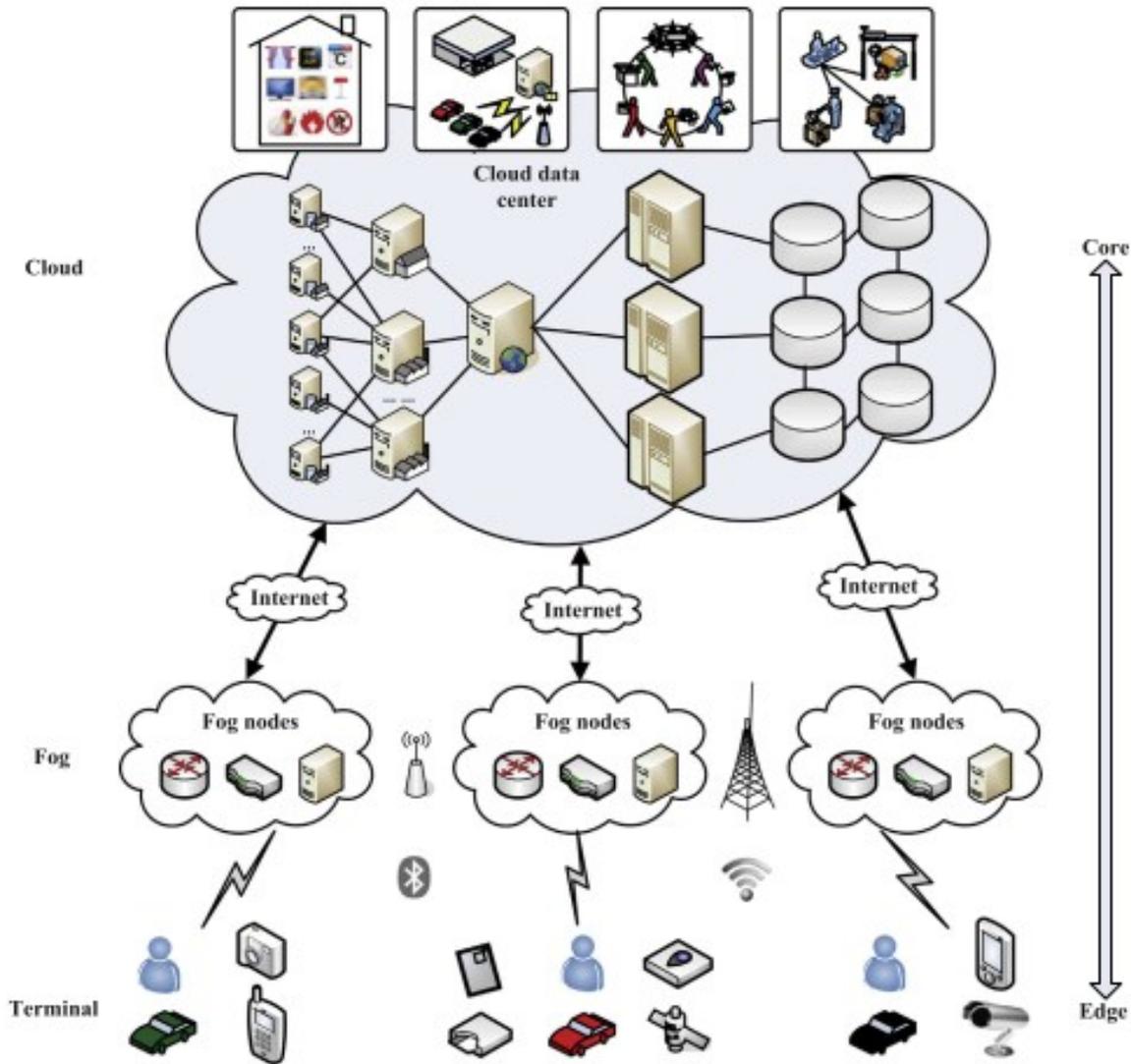
Ομιχλώδης Προγραμματισμός (Fog Computing)

- Επέκταση υπολογιστικού νέφους στην ακμή του δικτύου
 - Ενοποίηση συσκευών ακμών δικτύου για την συνεργατική παροχή υπηρεσιών υπολογισμού, αποθήκευσης και επικοινωνίας
 - Οι συσκευές είναι περισσότερο πλούσιες σε χαρακτηριστικά και μπορεί να περιλαμβάνουν και εικονικοποιημένα κέντρα δεδομένων ακμής (virtualized edge data centres)
 - Μπορούν να συνδεθούν με τελικούς χρήστες & συσκευές μέσω ασύρματων πρωτοκόλλων (4G, Bluetooth, WiFi) ενώ έχουν την δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο
 - Οι υπηρεσίες προσφέρονται δίπλα στους τελικούς χρήστες
- Πλεονέκτημα: μείωση χρόνου μεταφοράς δεδομένων & μεγέθους μετάδοσης δικτύου → κάλυψη ανάλυσης δεδομένων και λήψης αποφάσεων χαμηλής καθυστέρησης

Εισαγωγή

- Σύγκριση ομιχλώδης προγραμματισμού και υπολογιστικού νέφους:
 - Ο ομιχλώδης προγραμματισμός είναι επέκταση του υπολογιστικού νέφους, δεν το αναπληρώνει
 - Οι κόμβοι ομίχλης (fog nodes) αποθηκεύουν και επεξεργάζονται δεδομένα που παράγονται από αισθητήρες και άλλες τελικές συσκευές
 - Η παραγόμενη γνώση/δεδομένα μεταφέρονται έπειτα στο νέφος για περαιτέρω επεξεργασία & αποθήκευση
 - Θα βοηθήσει το υπολογιστικό νέφος να αυξήσει την αξία του με πιο αποδοτικό τρόπο (κάλυψη νέων ειδών εφαρμογών) ενώ θα εξυπηρετεί ως μια πιο πράσινη πλατφόρμα υπολογισμού

Αρχιτεκτονική



Πηγή: [2]

Αρχιτεκτονική

- Ιεραρχική με 3 επίπεδα
 - Τερματικό επίπεδο (terminal layer)
 - Πλησιέστερο στον τελικό χρήστη και το φυσικό περιβάλλον
 - Απαρτίζεται από IoT συσκευές (πχ. αισθητήρες, κινητά, έξυπνα οχήματα κα.)
 - Αν και ορισμένες έχουν υπολογιστικές ικανότητες, η κύρια δουλειά τους είναι να παράγουν δεδομένα και να τα μεταφέρουν στο επόμενο επίπεδο

Αρχιτεκτονική

- Ιεραρχική με 3 επίπεδα (συν.)
 - Επίπεδο ομίχλης (fog layer)
 - Τοποθετείται στην ακμή του δικτύου
 - Απαρτίζεται από έναν μεγάλο αριθμό από κόμβους ομίχλης (fog nodes) που μπορεί να είναι
 - Φυσικές συσκευές: Δρομολογητές, πύλες, μεταγωγείς, σημεία πρόσβασης, σταθμοί βάσης, εξυπηρετητές ομίχλης (fog servers)
 - Εικονικές συσκευές: εικονικοί μεταγωγείς, εικονικές μηχανές, cloudlets
 - Οι κόμβοι ομίχλης κατανέμονται ευρέως μεταξύ των τελικών συσκευών και του νέφους
 - Καφετέριες, κέντρα αγορών, τερματικά λεωφορείων, δρόμους, πάρκα, κλπ.

Κόμβοι Ομίχλης

- Μπορεί να είναι στατικοί σε μια τοποθεσία ή κινητοί σε έναν κινητό φορέα (mobile carrier)
- Δημιουργούν ένα κοινό σύστημα επικοινωνίας & διαχείρισης δεδομένων
 - Έχουν την δυνατότητα να συλλέγουν, αποθηκεύουν προσωρινά & να επεξεργάζονται τα δεδομένα των τελικών συσκευών
 - Παρέχουν δικτυακή συνδεσιμότητα σε τελικές συσκευές προς κεντροποιημένες υπηρεσίες
 - Μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους μέσω ασύρματων & ενσύρματων συνδέσεων
 - Το ίδιο ισχύει για την διασύνδεσή τους με τελικές συσκευές
- Μπορούν να συνδεθούν με το νέφος μέσω του IP core δικτύου για να αιτηθούν την χρήση πιο ισχυρών υπολογιστικών & αποθηκευτικών ικανοτήτων

Κόμβοι ομίχλης

- Για την διάταξη μιας υπολογιστικής ικανότητας, οι κόμβοι ομίχλης
 - Λειτουργούν με έναν κεντρικοποιημένο ή αποκεντρωμένο τρόπο
 - Μπορούν να διαμορφωθούν ως ξεχωριστοί κόμβοι ομίχλης που επικοινωνούν μεταξύ τους για την παράδοση της σχετικής ικανότητας/υπηρεσίας ή
 - Μπορούν να κατανεμηθούν σε ομάδες/συστάδες (clusters) που παρέχουν οριζόντια κλιμάκωση σε διεσπαρμένες γεωγραφικές τοποθεσίες μέσω μηχανισμών καθρεφτισμού (mirroring) ή επέκτασης
 - Σε κάθε συστάδα, ένας κόμβος γνωρίζει την γεωγραφική του κατανομή και την λογική του τοποθεσία στο πλαίσιο αυτής της συστάδας
 - Οι συστάδες μπορεί να είναι:
 - Κάθετες (υποστήριξη απομόνωσης)
 - Οριζόντιες (υποστήριξη ομοσπονδίας)
 - Σχετικές ως προς την καθυστέρηση-απόσταση των κόμβων από τις τελικές συσκευές

Αρχιτεκτονική

- Ιεραρχική με 3 επίπεδα (συν.)
 - Επίπεδο νέφους (cloud layer)
 - Παρέχει ισχυρές ικανότητες αποθήκευσης & υπολογισμού
 - Αλλά χρησιμοποιούνται για ορισμένες μόνο λειτουργίες στα πλαίσια μιας εφαρμογής ομίχλης (fog application)
 - Οι ενότητες πυρήνα νέφους (cloud core modules) διαχειρίζονται και χρονοπρογραμματίζονται μέσω στρατηγικών ελέγχου για την βελτίωση της χρήσης των πόρων του νέφους

Χαρακτηριστικά

- Χαμηλή καθυστέρηση & αλληλεπιδράσεις πραγματικού χρόνου (low latency & real-time interactions)
 - Τα δεδομένα που παράγονται από τις τελικές συσκευές συλλέγονται, επεξεργάζονται και αποθηκεύονται από κόμβους ομίχλης σε δίκτυο τοπικής περιοχής
 - Μείωση πλήθους δεδομένων που μεταφέρονται από το διαδίκτυο
 - Ταχεία μετάδοση δεδομένων από το κάτω στο μεσαίο επίπεδο μέσω δικτύων υψηλής ταχύτητας και της μικρής απόστασης μεταξύ τελικών συσκευών & κόμβων
 - Ακρίβεια στην κίνηση δεδομένων λόγω της επίγνωσης θέσης από τους κόμβους ομίχλης
 - Ικανοποίηση απαιτήσεων για εφαρμογές χαμηλής καθυστέρησης και αλληλεπιδράσεων πραγματικού χρόνου

Χαρακτηριστικά

- Σώσιμο εύρους ζώνης (bandwidth saving)
 - Πολλές λειτουργίες επεξεργασίας/υπολογισμού μπορούν τώρα να υλοποιηθούν στο επίπεδο ομίχλης
 - Προεπεξεργασία δεδομένων, αφαίρεση πλεονασμών, καθαρισμός δεδομένων, φιλτράρισμα δεδομένων, εξαγωγή πολύτιμης πληροφορίας, λήψη αποφάσεων
 - Οπότε μόνο μέρος των δεδομένων μεταφέρεται στο νέφος χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο

Χαρακτηριστικά

- Υποστήριξη κινητικότητας (mobility support)
 - Πολλές συσκευές μπορεί να είναι κινητές είτε στο κάτω είτε στο μεσαίο επίπεδο
 - Πχ. συσκευές με χωρική κινητικότητα (spatial mobility) όπως κινητά, έξυπνα οχήματα και ρολόγια στο κάτω επίπεδο
 - Επομένως, εφόσον υπάρχει διασύνδεση μεταξύ αυτών των συσκευών (κάτω-μεσαίο επίπεδο, μεσαίο-μεσαίο επίπεδο), υποστηρίζεται η κινητικότητα χωρίς μάλιστα να είναι πάντοτε αναγκαία η χρήση σταθμών βάσης
 - Χρήση κατάλληλων πρωτοκόλλων δρομολόγησης, επικοινωνίας ή διευθυνσοδότησης
 - LISP-MN για τον διαχωρισμό της ταυτότητας ξενιστή από την ταυτότητα τοποθεσίας και την υλοποίηση κατανεμημένων ευρετηρίων
 - Bluetooth, NFC, Millimeter Wave για την διασύνδεση στην περίπτωση φυσικής εγγύτητας
 - “Data Sphera”: μεταφορά δεδομένων από στατικές σε κινητές συσκευές και από τις τελευταίες στο επίπεδο ομίχλης (πχ. μέσω Bluetooth)

Χαρακτηριστικά

- Γεωγραφική κατανομή και αποκεντρωμένη αναλυτική δεδομένων (geographical distribution & decentralised data analytics)
 - Οι υπηρεσίες και εφαρμογές ομίχλης διατάσσονται γεωγραφικά με έναν κατανεμημένο τρόπο
 - Η αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική του ομιχλώδους υπολογισμού εξασφαλίζει την εγγύτητα της αναλυτικής δεδομένων στον πελάτη
 - Ταχεία ανάλυση μεγάλων δεδομένων, καλύτερες υπηρεσίες βασιζόμενες στην τοποθεσία & πιο ισχυρές ικανότητες λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο
 - Παράδειγμα:
 - Παροχή υπηρεσιών ροής (streaming) (και άλλων ειδών υπηρεσιών όπως ενημέρωσης για την κυκλοφορία) σε κινούμενα οχήματα μέσω πληρεξουσίων & σημείων πρόσβασης γεωγραφικά τοποθετημένων κατά μήκος εθνικών οδών και φορτηγών

Χαρακτηριστικά

- Ετερογένεια (Heterogeneity)
 - Οι κόμβοι ομίχλης έχουν διαφορετικούς παράγοντες μορφής (form factors) και διατάσσονται σε μια μεγάλη ποικιλία από περιβάλλοντα σε μορφές φυσικών ή εικονικών κόμβων/συσκευών
 - Επομένως, έχουν διαφορετικές υπολογιστικές και αποθηκευτικές ικανότητες, μπορεί να τρέχουν διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και να φιλοξενούν διαφορετικά είδη εφαρμογών/λογισμικού
 - Η δικτυακή υποδομή είναι επίσης ετερογενής και μπορεί να περιλαμβάνει
 - Συνδέσμους υψηλής ταχύτητας σε κέντρα δεδομένων
 - Τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας για την διασύνδεση με τις τελικές συσκευές
 - Σημείωση:
 - Η πλατφόρμα ομιχλώδους υπολογισμού οργανώνεται σε μια αρχιτεκτονική πολλαπλών επιπέδων όπου για πολλά είδη εφαρμογών οι πόροι και οι διεπαφές υπηρεσιών μπορεί να είναι ετερογενής και υψηλά δυναμικοί στα διάφορα επίπεδα ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις για χαμηλή καθυστέρηση
 - Μπορούμε να έχουμε ετερογένεια ως προς τα είδη δεδομένων που διαχειρίζονται από τις εφαρμογές ομίχλης

Χαρακτηριστικά

- Διαλειτουργικότητα (Interoperability)
 - Οι κόμβοι ομίχλης και οι τελικές συσκευές μπορεί να προέρχονται από διαφορετικούς παρόχους
 - Ανάγκη διαλειτουργικότητας για την σωστή λειτουργία υπηρεσιών και εφαρμογών ομίχλης
 - Οι υπηρεσίες θα πρέπει επίσης να κατανέμονται κατά μήκος τομέων (domains)
 - Παράδειγμα
 - Έξυπνο σύστημα μεταφοράς (smart transportation system)
 - Απαιτείται ανάλυση πραγματικού χρόνου & δυναμική μετάδοση πληροφορίας μεταξύ έξυπνων οχημάτων, σηματοδοτών κυκλοφορίας, κόμβων & εφαρμογών ομίχλης
 - Για την υποστήριξη της πολύπλοκης, ασφαλούς συνεργασίας & διαμοιρασμού δεδομένων απαιτείται η χρήση σχήματος διοίκησης πόρων που να οδηγείται από πολιτικές

Χαρακτηριστικά

- Ασφάλεια δεδομένων και προστασία ιδιωτικότητας (data security & privacy protection)
 - Προστασία (ιδιωτικών) δεδομένων μέσω κρυπτογράφησης & απομόνωσης
 - Οι κόμβοι ομίχλης παρέχουν πολιτικές πρόσβασης, σχήματα κρυπτογράφησης, ελέγχους ακεραιότητας & μέτρα απομόνωσης
 - Αποφυγή ρίσκων ανανέωσης συστήματος
 - Δεν απαιτείται Over The Air (OTA) αναβάθμιση υλικολογισμικού (firmware) συστήματος → χαμηλή αποδοτικότητα & firmware upgrade lost contact
 - Προσφέρεται ανανέωση αλγορίθμων και μικροεφαρμογών

Χαρακτηριστικά

- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (low energy consumption)
 - Επειδή οι κόμβοι ομίχλης είναι κατανεμημένοι, δεν παράγεται αρκετή ζέστη λόγω συγκέντρωσης & δεν απαιτείται η χρήση συστήματος ψύξης
 - Μείωση κατανάλωσης ενέργειας στην επικοινωνία λόγω κοντινών αποστάσεων & βέλτιστες πολιτικές διαχείρισης ενέργειας
 - Επειδή μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας και το αντίστοιχο κόστος, ο ομιχλώδης υπολογισμός είναι ένα πιο πράσινο είδος υπολογισμού

Χαρακτηριστικά

- Κλιμακωσιμότητα & ευκινησία (scalability & agility)
 - Ο ομιχλώδης υπολογισμός είναι προσαρμοστικός από την φύση του στο επίπεδο των συστάδων ή στο καθολικό επίπεδο και υποστηρίζει
 - Ελαστικό υπολογισμό
 - Δεξαμενοποίηση πόρων
 - Αλλαγές στον φόρτο των δεδομένων
 - Παραλλαγές στην δικτυακές συνθήκες

Χαρακτηριστικά Κόμβων Ομίχλης

- Αυτονομία (Autonomy)
- Ετερογένεια (Heterogeneity)
- Ιεραρχική συσταδοποίηση (Hierarchical clustering)
- Διαχειρισιμότητα (Manageability)
- Ικανότητα προγραμματισμού (Programmability)

Μοντέλα Παράδοσης

- Παρόμοια με αυτά του υπολογιστικού νέφους:
 - **SaaS**
 - Η τελική συσκευή ή το έξυπνο πράγμα εκτελεί μια εφαρμογή που προσφέρει ένας κόμβος ομίχλης μέσω μιας διεπαφής λεπτού πελάτη (thin client) ή προγράμματος
 - **PaaS**
 - Διάταξη σε πλατφόρμες κατανεμημένων κόμβων ομίχλης, που σχηματίζουν μια συστάδα, μιας εφαρμογής που έχει υλοποιηθεί μέσω γλωσσών προγραμματισμού, βιβλιοθηκών, υπηρεσιών & εργαλείων που υποστηρίζονται από τον αντίστοιχο πάροχο (υπηρεσιών ομίχλης)
 - **IaaS**
 - Τροφοδοσία υπολογιστικών, αποθηκευτικών και δικτυακών πόρων από μια συστάδα από κόμβους ομίχλης. Ο πελάτης δεν έχει έλεγχο της υποκείμενης φυσικής υποδομής αλλά μπορεί να εγκαθιστά λειτουργικά συστήματα, περιβάλλοντα και εφαρμογές ενώ έχει περιορισμένο έλεγχο σε επιλεγμένα συστατικά δικτύωσης (όπως τείχη προστασίας)

Μοντέλα Ανάπτυξης

- Ιδιωτικός κόμβος ομίχλης (private fog node)
 - Τροφοδοσία του κόμβου για αποκλειστική χρήση ενός οργανισμού
 - Μπορεί να ανήκει, να διοικείται και να λειτουργεί από τον οργανισμό ή ένα τρίτο μέρος (εκ μέρους του οργανισμού)
- Κοινοτικός κόμβος ομίχλης (community fog node)
 - Τροφοδοσία του κόμβου για αποκλειστική χρήση από μια κοινότητα χρηστών με κοινά ενδιαφέροντα
- Δημόσιος κόμβος ομίχλης (public fog node)
 - Τροφοδοσία του κόμβου για δημόσια χρήση από το ευρύ κοινό
 - Μπορεί να ανήκει, να διοικείται και να λειτουργεί από επιχειρήσεις, ακαδημαϊκά ιδρύματα ή κυβερνήσεις (ή ένα τρίτο μέρος εκ μέρους αυτών)
- Υβριδικός κόμβος ομίχλης (hybrid fog node)
 - Ένας σύνθετος κόμβος που απαρτίζεται από δύο άλλους ξεχωριστούς κόμβους (οποιαδήποτε είδους). Οι κόμβοι αυτοί δεσμεύονται μαζί μέσω της χρήσης προτυποποιημένης ή ιδιόκτητης τεχνολογίας που επιτρέπει την φορητότητα δεδομένων και εφαρμογών

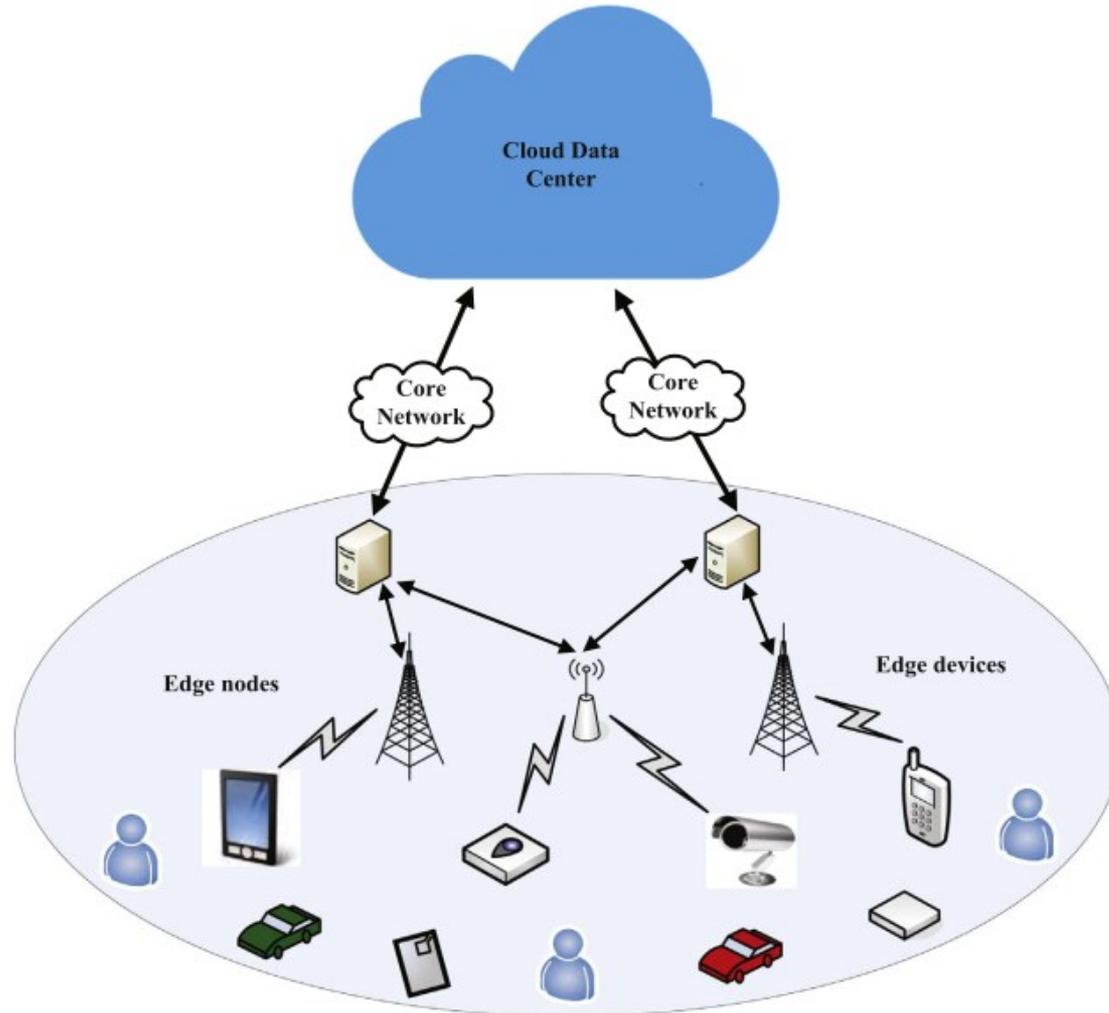
Υπολογισμός Ακμών (Edge Computing)

- Επεκτείνει κι αυτός το υπολογιστικό νέφος προς τις ακμές του δικτύου
 - Επιτρέπει τον υπολογισμό και την αποθήκευση να πραγματοποιείται σε συσκευές ακμών (edge devices) κοντά σε τελικές συσκευές (end devices) και πράγματα (things)
 - Οι συσκευές ακμών είναι κυρίως σταθμοί βάσης, σημεία πρόσβασης και εξυπηρετητές ακμής (φυσικοί & εικονικοί)
 - Οι πρώτες 2 μεταφέρουν κίνηση/δεδομένα προς τους εξυπηρετητές ακμής
 - Οι εξυπηρετητές ακμής οργανώνονται με ιεραρχικό τρόπο – ο υπολογισμός εκφορτώνεται με ανοδικό τρόπο

Υπολογισμός Ακμών (Edge Computing)

- Παρέχει έξυπνες, κοντινές υπηρεσιών ακμών για να ικανοποιήσει τις κριτικές ανάγκες της ψηφιακής βιομηχανίας για ευκίνητες συνδέσεις, υπηρεσίες πραγματικού χρόνου, βελτιστοποίηση δεδομένων, ευφυία εφαρμογών, ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικότητας
- Αντιμετωπίζει επαρκώς της προκλήσεις της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, μικρής καθυστέρησης, αυξημένης συνδεσιμότητας και υψηλής αξιοπιστίας

Αρχιτεκτονική Υπολογισμού Ακμών



Πηγή: [2]

Ομοιότητες με Ομιχλώδη Υπολογισμό

Κριτήρια	Υπολογισμός Ακμών	Ομιχλώδης Υπολογισμός
Αρχιτεκτονική	Ιεραρχική, αποκεντρωμένη, κατανεμημένη	Ιεραρχική, αποκεντρωμένη, κατανεμημένη
Εγγύτητα σε τελικές συσκευές	Κοντά στις τελικές συσκευές	Κοντά στις τελικές συσκευές
Καθυστέρηση	Χαμηλή	Χαμηλή
Κόστος εύρους ζώνης	Χαμηλό	Χαμηλό
Πόροι	Αρκετά περιορισμένοι	Περιορισμένοι
Ικανότητες υπολογισμού & αποθήκευσης	Αρκετά περιορισμένες	Περιορισμένες
Κινητικότητα	Υποστηρίζεται	Υποστηρίζεται
Κλιμακωσιμότητα	Υψηλή	Υψηλή
Είδος πλατφόρμας	Υψηλά εικονικοποιημένη	Υψηλά εικονικοποιημένη

Διαφορές με Ομιχλώδη Υπολογισμό

Κριτήρια	Υπολογισμός Ακμών	Ομιχλώδης Υπολογισμός
Τοποθεσία διαχείρισης δεδομένων	Ακμή δικτύου, συσκευές ακμών δικτύου	Κοντά στην ακμή, κύρια δικτύωση, συσκευές ακμών δικτύου, κύριες συσκευές δικτύωσης
Αντιμετώπιση πολλαπλών ΙοΤ εφαρμογών	Όχι	Ναι
Ανταγωνισμός πόρων	Σοβαρός	Μικρός/Ελαφρύς
Εστίαση	Επίπεδο αντικειμένων	Επίπεδο υποδομής

Σύγκριση 3 μοντέλων υπολογισμού

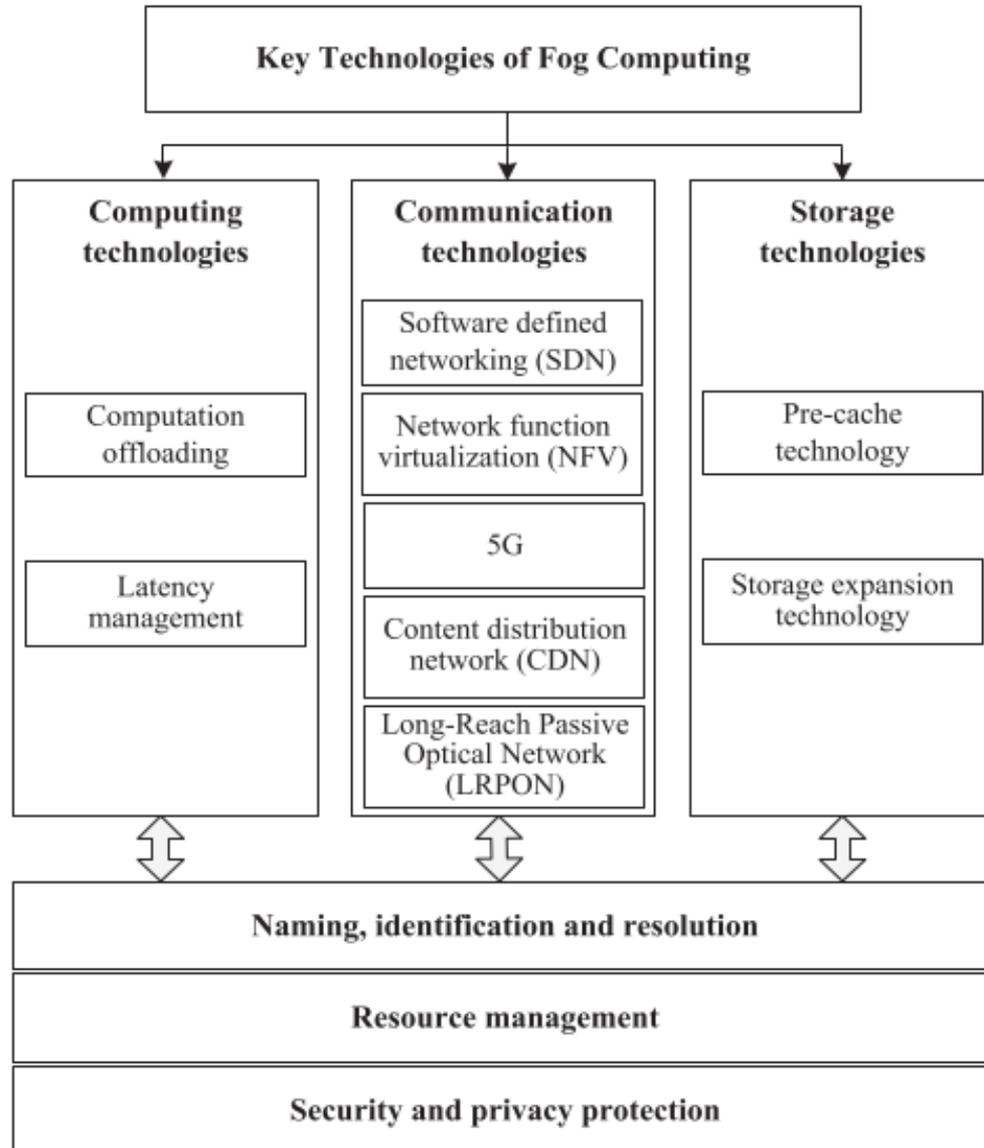
Κριτήριο	Cloud Computing	Edge Computing	Fog Computing
Αρχιτεκτονική	Κεντριοποιημένη	Κατανεμημένη	Κατανεμημένη
Χρόνος εκτέλεσης λειτουργιών	Υψηλός	Υψηλός-μεσαίος	Χαμηλός
Παρεχόμενες υπηρεσίες	Καθολικές	Με βάση κινητά δίκτυα	Ειδικές για τομείς και κατανεμημένες
Ασφάλεια	Κεντριοποιημένη (εξασφαλίζεται από πάροχο)	Κεντριοποιημένη (εξασφαλίζεται από χειριστή κινητής τηλεφωνίας)	Μεικτή (ανάλογα με την υλοποίηση)
Κατανάλωση ενέργειας	Υψηλή	Χαμηλή	Ποικίλη αλλά μεγαλύτερη από του edge comp.
Επίγνωση θέσης	Όχι	Ναι	Ναι
Κύριοι Πάροχοι	Μεγάλοι πάροχοι νέφους (πχ. Amazon)	Πάροχοι κινητής τηλεφωνίας	Ιδιοκτήτες κόμβων

Σύγκριση 3 μοντέλων υπολογισμού

Κριτήριο	Cloud Computing	Edge Computing	Fog Computing
Κινητικότητα	Ανεπαρκής	Περιορισμένη	Διαθέσιμη
Αλληλεπιδράσεις πραγματικού χρόνου	Διαθέσιμες	Διαθέσιμες	Διαθέσιμες
Καθυστέρηση	Υψηλή	Χαμηλή	Ποικίλη αλλά μεγαλύτερη από edge
Κόστος εύρους ζώνης	Υψηλό	Χαμηλό	Χαμηλό
Δυναμικότητα αποθήκευσης & υπολογισμού	Υψηλή	Περιορισμένη	Ποικίλη
Κλιμακωσιμότητα	Μέση	Υψηλή	Υψηλή
Γενική χρήση	Κατανομή υπολογισμού για μεγάλα δεδομένα, κλιμακωσιμότητα αποθήκευσης	Έλεγχος κίνησης, αποθήκευση στην cache, φορετές εφαρμογές	Εποπτεία CCTV, IoT, Όχημα-σε-Όχημα, Έξυπνα ενεργειακά συστήματα

Κύριες Τεχνολογίες Ομιχλώδους Υπολογισμού

- Κατηγοριοποιούνται σε υπολογισμού, επικοινωνίας & αποθήκευσης
- Πλαισιώνονται από μηχανισμούς/τεχνολογίες
 - Ονοματοδότησης, αναγνώρισης & επίλυσης (naming, identification & resolution)
 - Διαχείρισης πόρων (resource management)
 - Ασφάλειας & προστασίας ιδιωτικότητας (security & privacy protection)



Πηγή: [2]

Η πραγματικότητα των Μεγάλων Δεδομένων

- Ο όρος μεγάλα δεδομένα (big data) αναφέρεται στο ογκώδες πλήθος από ψηφιακές πληροφορίες που οι εταιρείες και οι κυβερνήσεις συλλέγουν σχετικά με εμάς και το περιβάλλον μας
- Πηγές:
 - Παραδοσιακή ανταλλαγή δεδομένων και χρήση λογισμικού μέσω υπολογιστών & κινητών τηλεφώνων
 - Εκατομμύρια αισθητήρες διαφορετικών ειδών που ενσωματώνονται σε διάφορα περιβάλλοντα
 - Παραδείγματα περιβαλλόντων:
 - Δρόμους & λεωφόρους πόλεων (πχ. κάμερες, μικρόφωνα)
 - Μηχανές αεροπλάνων (αισθητήρες θερμοκρασίας)
 - IoT όπου ιδεατά οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή μπορεί να διασυνδεθεί στο Διαδίκτυο και να παράγει δεδομένα

Πόσο μεγάλα είναι;

- Κάθε μέρα δημιουργούμε 2.5 quintillion bytes δεδομένων – τόσο πολλά ώστε 90% των δεδομένων παγκοσμίως έχει δημιουργηθεί τα τελευταία 2 χρόνια
- Ο αριθμός των δεδομένων αναμένεται να διπλασιάζεται κάθε δύο χρόνια από 2500 exabytes (EB) το 2012 σε 40.000 exabytes το 2020
 - 1 EB = 10^{18} bytes = 1000000000000000000B = 1000petabytes = 1million terabytes = 1billion gigabytes!!!!!!

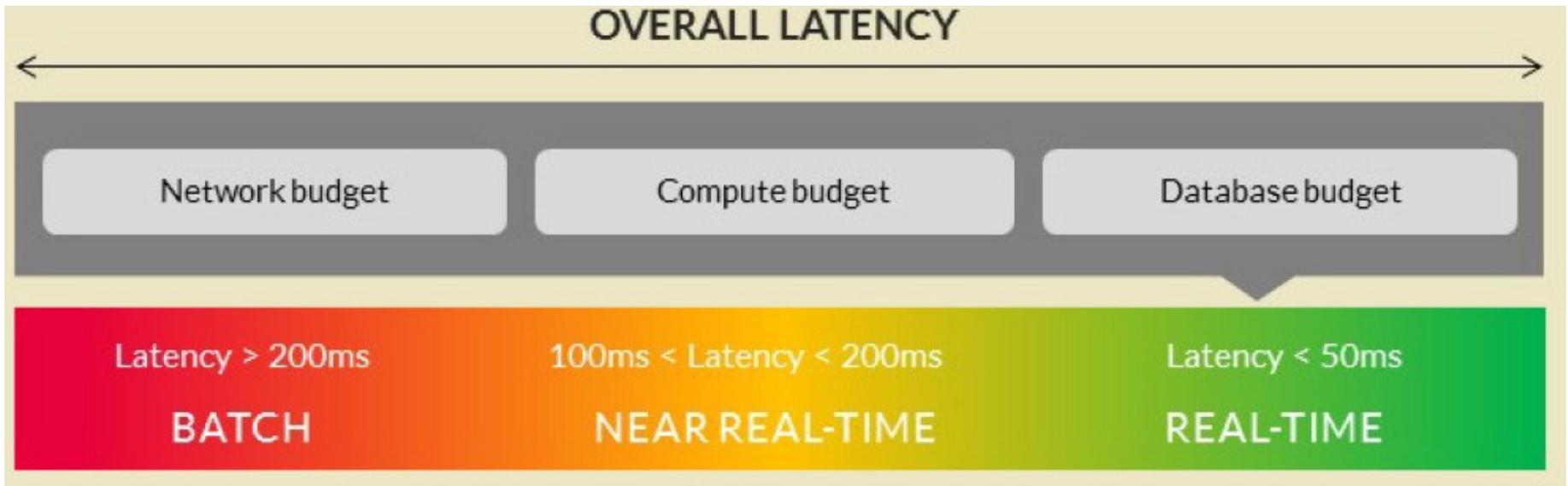
Κύρια Χαρακτηριστικά Μεγάλων Δεδομένων

- Τα μεγάλα δεδομένα χαρακτηρίζονται από περισσότερα του ενός “V”:
 - Όγκος (Volume): μεγάλος όγκος των δεδομένων
 - Ποικιλία (Variety): μεγάλη ποικιλία από διάφορα είδη δεδομένων
 - Ταχύτητα (Velocity): μεγάλη ταχύτητα παραγωγής, σύλληψης, ανακάλυψης ή/και ανάλυσης των δεδομένων
 - Φιλαλήθεια (Veracity) (δηλ. εγκυρότητα των δεδομένων)
 - Αξία (Value): εγγενής πλούτος προς εξαγωγή, οικονομικός και κοινωνικός, ενσωματωμένος σε οποιοδήποτε σύνολο δεδομένων
 - Αστάθεια (Volatility): η τάση των δομών δεδομένων να αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου

Απαιτήσεις Καθυστέρησης

- Πραγματικού χρόνου
 - Οικονομικές ροές, σύνθετη επεξεργασία γεγονότων, ανίχνευση εισβολών, ανίχνευση απατών
- Σχεδόν πραγματικού χρόνου
 - Τοποθέτηση διαφημίσεων
- Παρτίδων
 - Βιοπληροφορική, γεωδεδομένα, λιανεμπόριο

Απαιτήσεις Καθυστέρησης



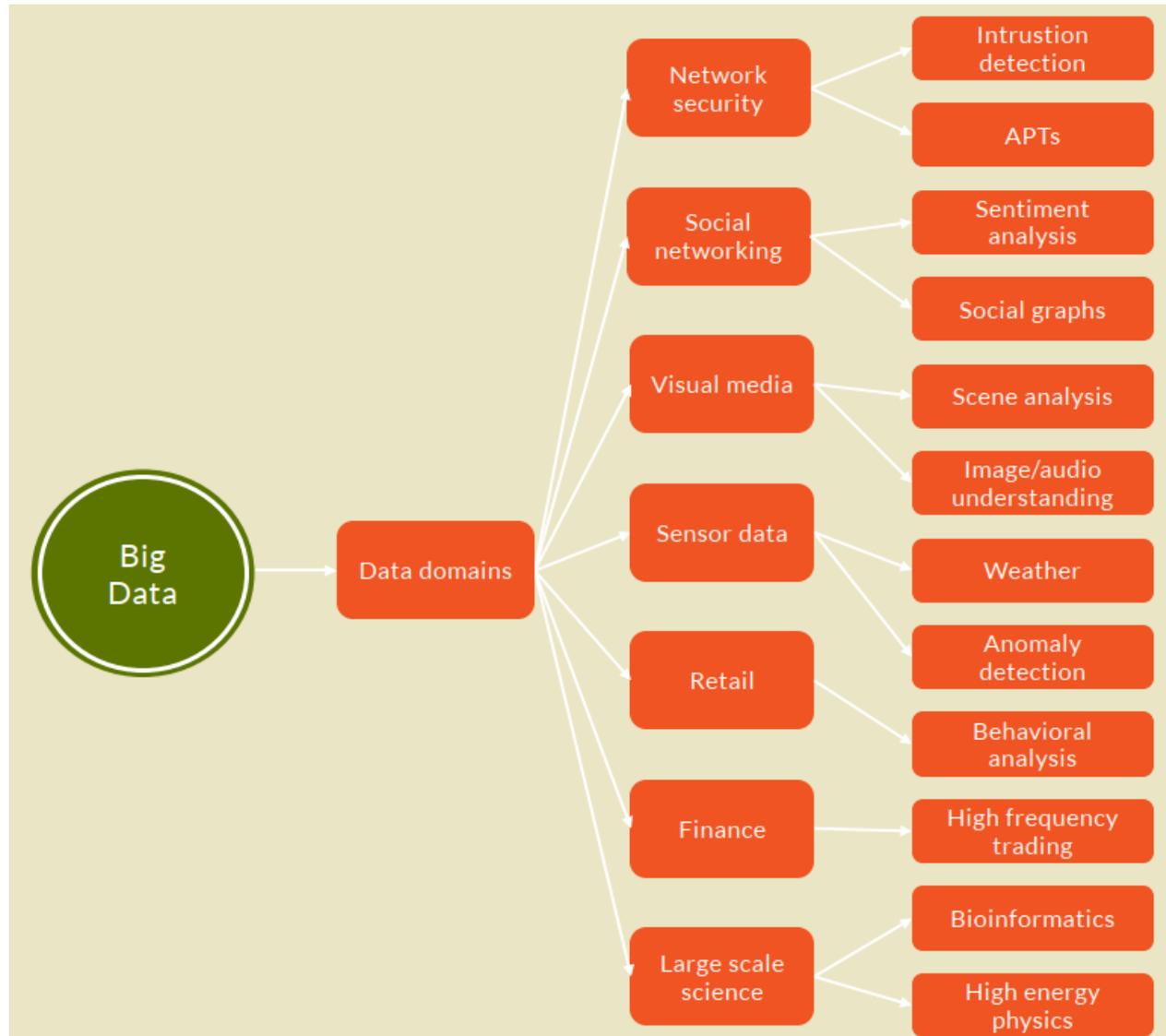
Πηγή: [3]

Δομή δεδομένων

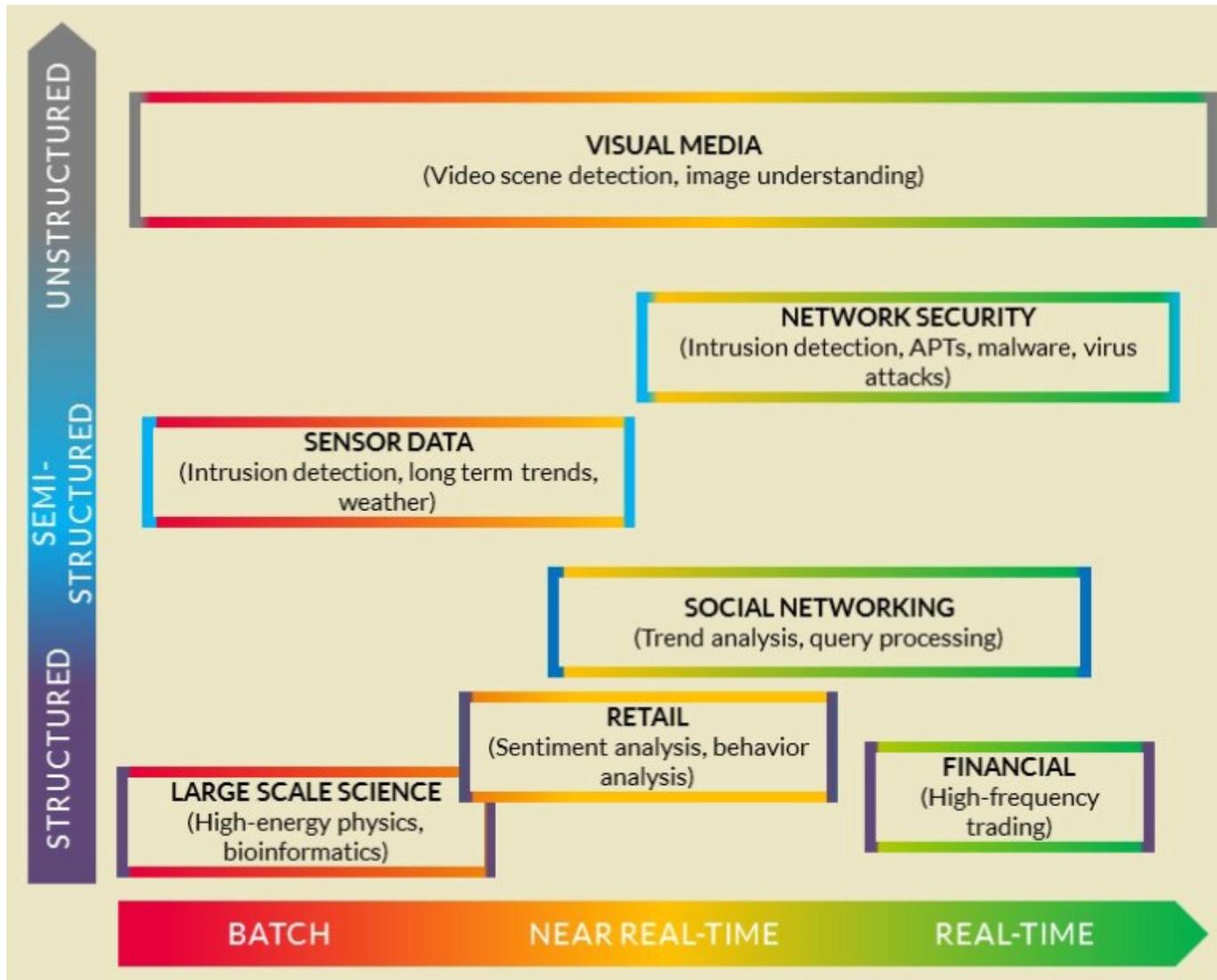
- Δομημένα
 - Λιανεμπόριο, οικονομικά, βιοπληροφορική, γεοδεδομένα
- Ημι-δομημένα
 - Καταχωρήσεις ιστού, έγγραφα, ηλεκτρονικά μηνύματα
- Αδόμητα
 - Εικόνες, βίντεο, δεδομένα αισθητήρων

Τομείς

Πηγή: [3]

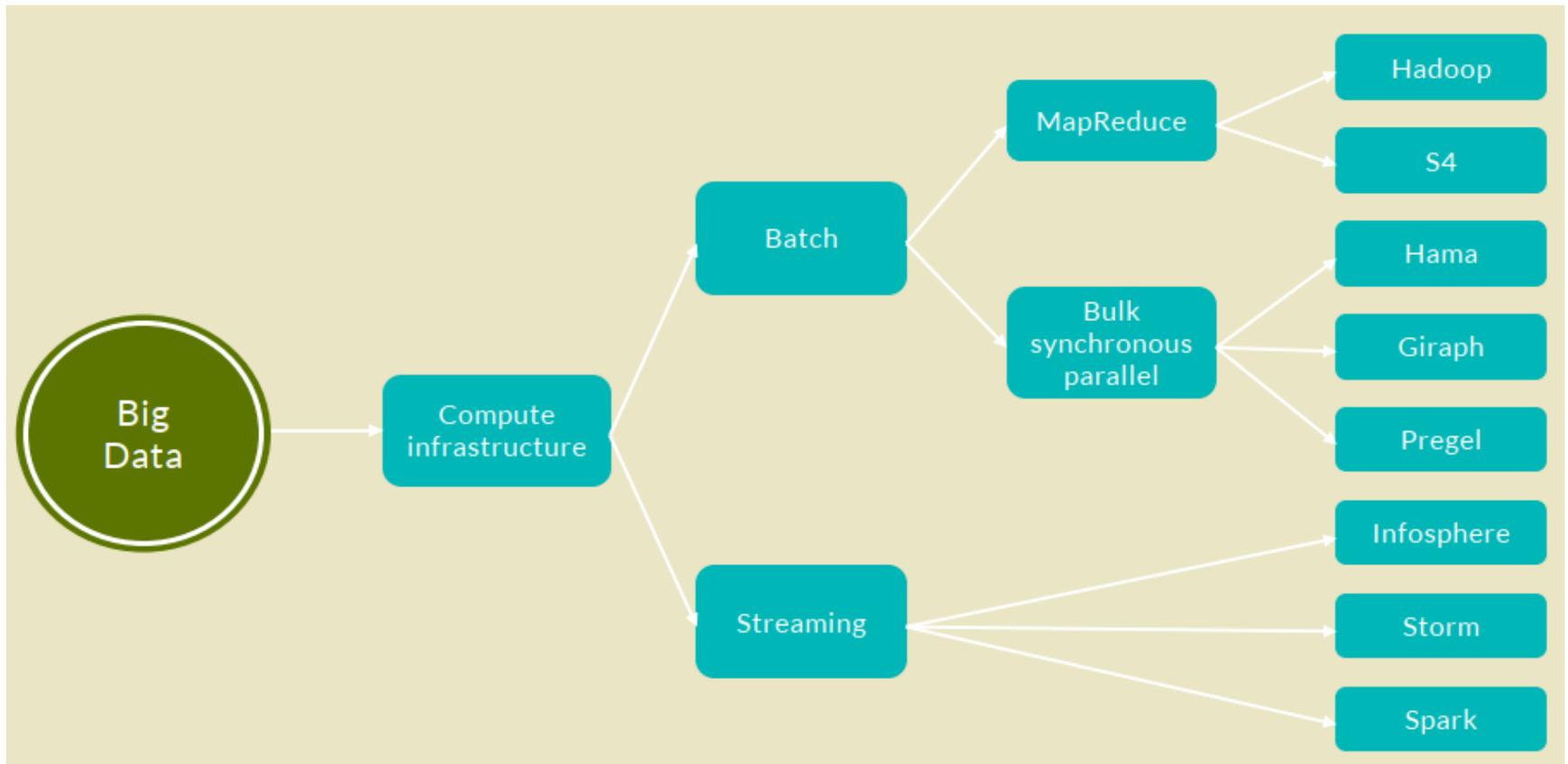


Συσχέτιση Διαστάσεων



Πηγή: [3]

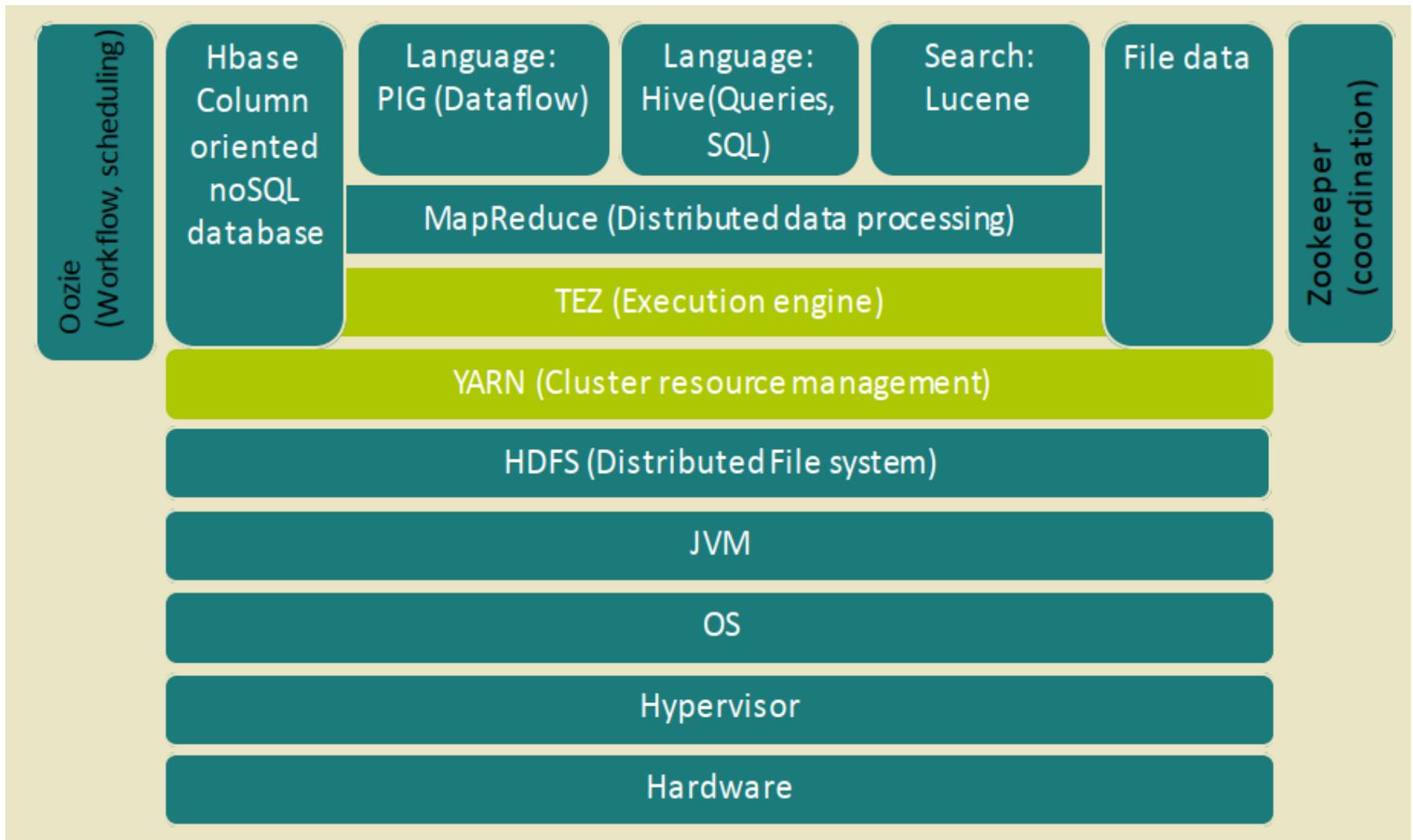
Υπολογιστικά Μοντέλα



Πηγή: [3]

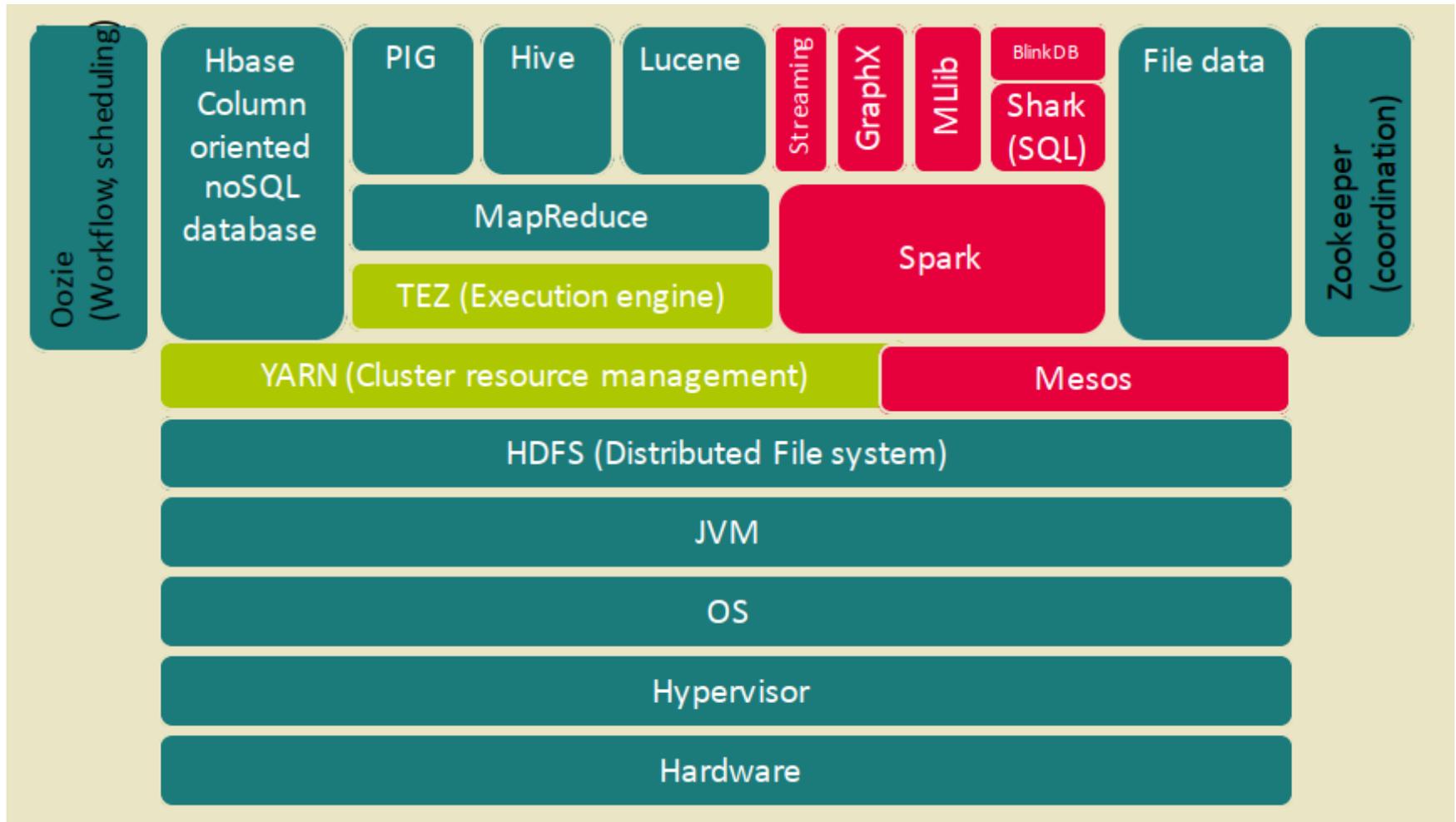
Hadoop

Πηγή: [3]



Spark

Πηγή: [3]

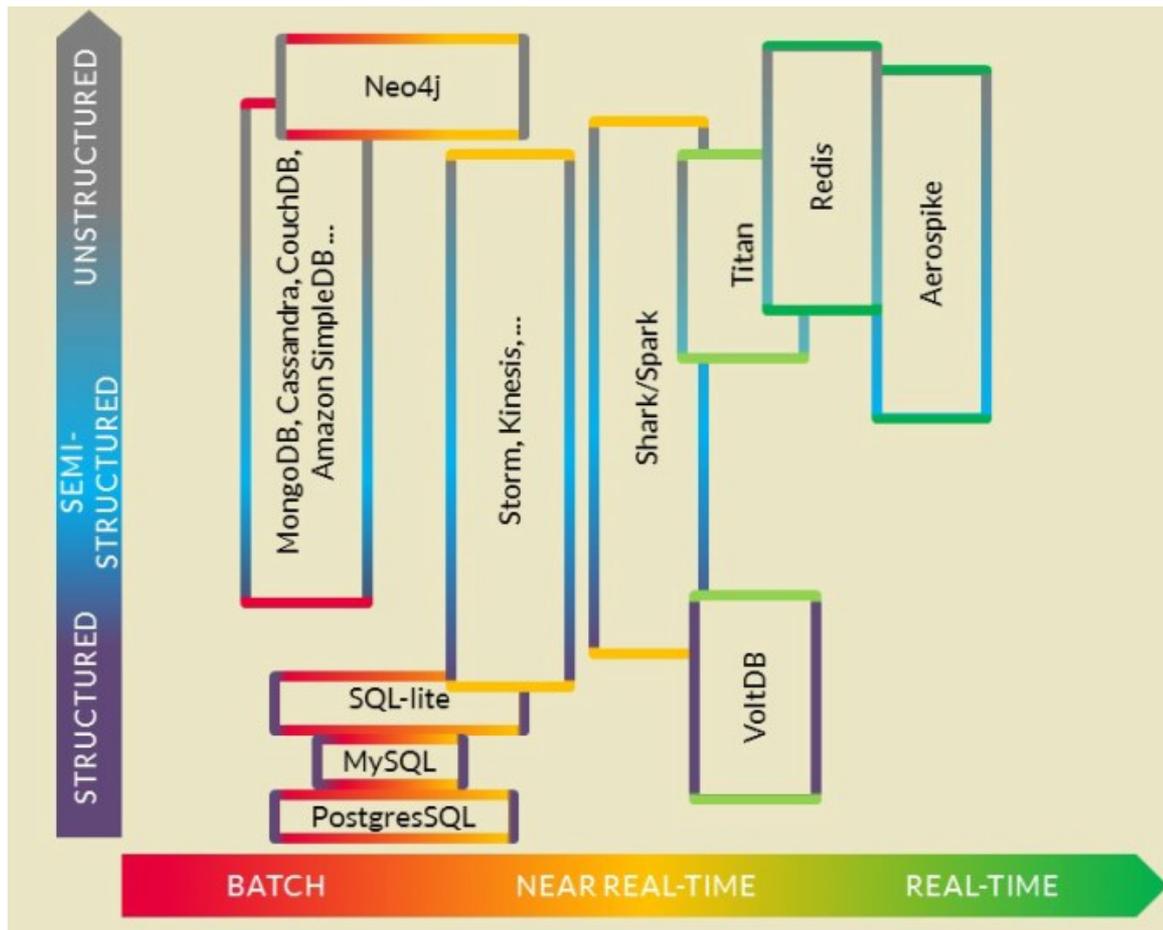


Υποδομή Αποθήκευσης



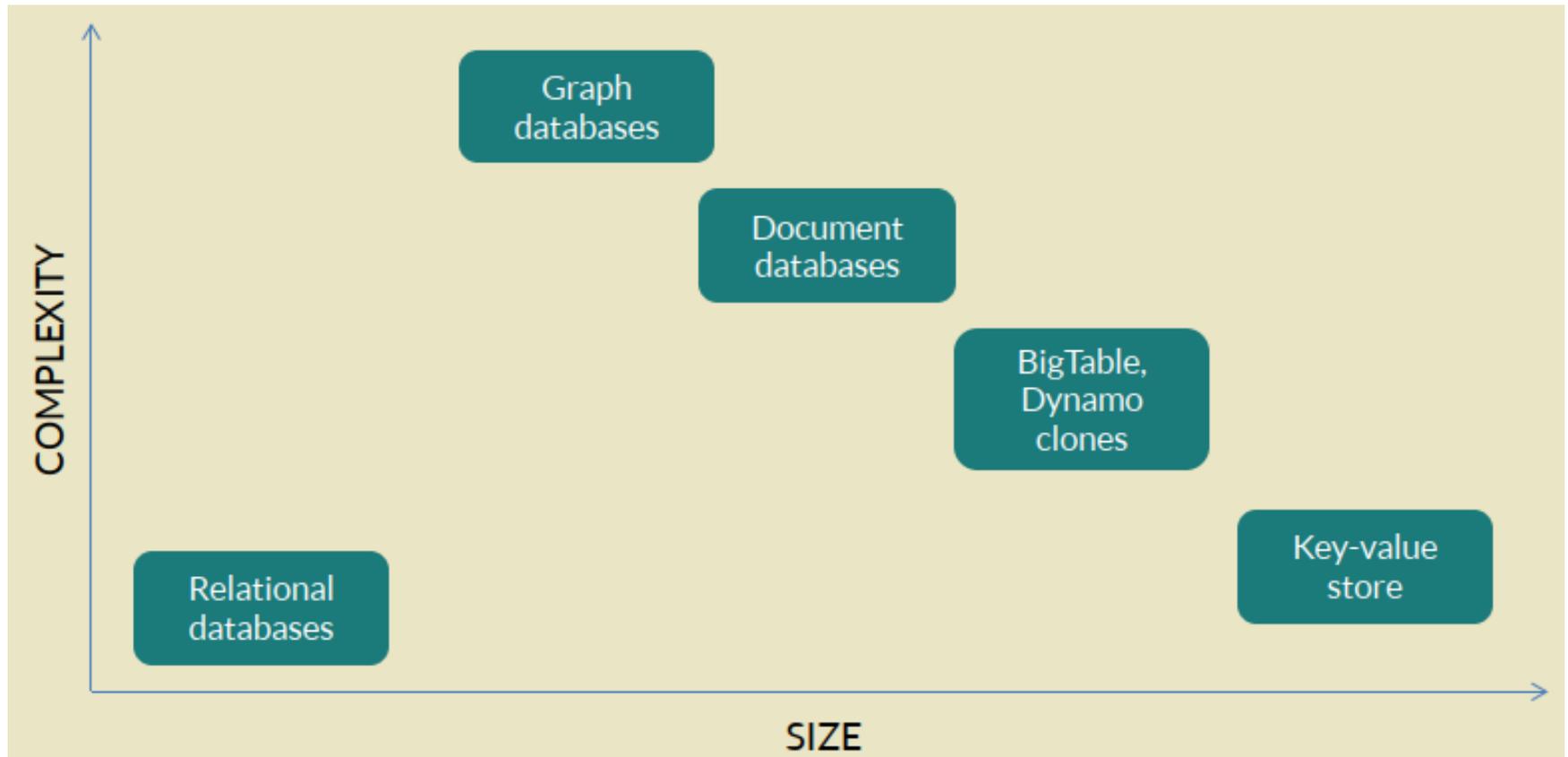
Πηγή: [3]

Συσχέτιση Διαστάσεων με Υποδομή Αποθήκευσης



Πηγή: [3]

Πολυπλοκότητα Δεδομένων & Μέγεθος



Πηγή: [3]

Βιβλιογραφία

[1] K. Chandrasekaran: Essentials of Cloud Computing, Chapman and Hall/CRC, 2014

[2] P. Hu, S. Dhelim, H. Ning & T. Qiu. Survey on fog computing: architecture, key technologies, applications and open issues. Journal of Network and Computing Applications 98, 2017, pp. 27-42. Doi:

<https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.09.002>

[3]
https://downloads.cloudsecurityalliance.org/initiatives/bdwdg/Big_Data_Taxonomy.pdf