

Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Cloud IoT

2

Cloud IoT: Αρχιτεκτονική και υλοποίηση

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων

3

- Με την ανάπτυξη τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας,
- τα διάφορα αντικείμενα / συσκευές μπορούν να συλλέγουν δεδομένα, να συνδέονται στο διαδίκτυο και να επικοινωνούν διαδραστικά με άλλες συσκευές ή με τους ανθρώπους χρήστες
- δημιουργώντας έτσι το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT).



Υπολογιστικό νέφος για συσκευές IoT

4

- Ενώ οι συσκευές αυτές συνολικά είναι ικανές να δημιουργήσουν τεράστια ποσά δεδομένων, ταυτόχρονα συνήθως έχουν **περιορισμένες δυνατότητες καταγραφής / επεξεργασίας δεδομένων**.
- Επομένως, ένα **υπολογιστικό νέφος** για συσκευές IoT αναμένεται να είναι σε θέση να **υποστηρίξει εκατομμύρια συσκευών** που θα τροφοδοτούν με δεδομένα **εφαρμογές για τους τελικούς χρήστες**.
- Είναι λοιπόν σημαντικό να γνωρίσουμε **πιθανές τέτοιες εφαρμογές** και να δούμε πως αναμένεται να υλοποιηθούν **σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους**.

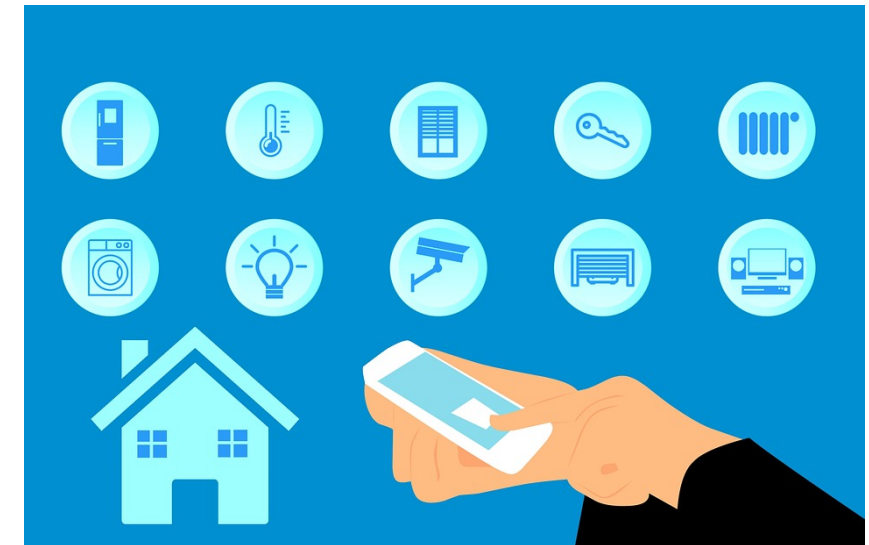


Pixabay License <https://pixabay.com/illustrations/iot-internet-of-things-network-3337536/>

Τυπικές Εφαρμογές (1)

5

- **Έξυπνα κτίρια:** Τα έξυπνα κτίρια διαθέτουν **μηχανισμούς που επιτρέπουν την αυτόματη προσαρμογή τους** σε εσωτερικές και εξωτερικές περιβαλλοντικές αλλαγές (π.χ. θερμοκρασία, φωτεινότητα κτλ.) ενώ παρέχεται και η **δυνατότητα του απομακρυσμένου ελέγχου μέσω του Διαδικτύου**.
- Οι εγκατεστημένοι αισθητήρες έχουν την δυνατότητα να **παρακολουθούν συνεχώς το έξυπνο κτίριο**, προσφέροντας εκτός από την **δυνατότητα διαρκούς προσαρμογής** και **υπηρεσίες ειδοποίησης (alert)** σε περίπτωση επειγόντων περιστατικών (π.χ. ένδειξη φωτιάς στο σπίτι.)



Pixabay License <https://pixabay.com/illustrations/home-smart-automation-house-system-4100193/>

Τυπικές Εφαρμογές (2)

6

- **Έξυπνο γραφείο:** Μια επέκταση της λογικής του έξυπνου σπιτιού είναι το έξυπνο γραφείο. Εδώ ενσωματώνονται όλες οι λογικές **έξυπνης διαχείρισης** και **αυτόματης προσαρμογής** που μας δίνει το έξυπνο σπίτι προσανατολισμένες στην κατεύθυνση της βελτίωσης του εργασιακού περιβάλλοντος και της παραγωγικότητας.
- Σε κάθε περίπτωση η κάθε αυτόματη ενέργεια του έξυπνου συστήματος προκύπτει μετά από **ανάλυση και επεξεργασία των συλλεγμένων δεδομένων**.
- Αυτή η ανάλυση και επεξεργασία υλοποιείται κατά κύριο λόγο στο υπολογιστικό νέφος.

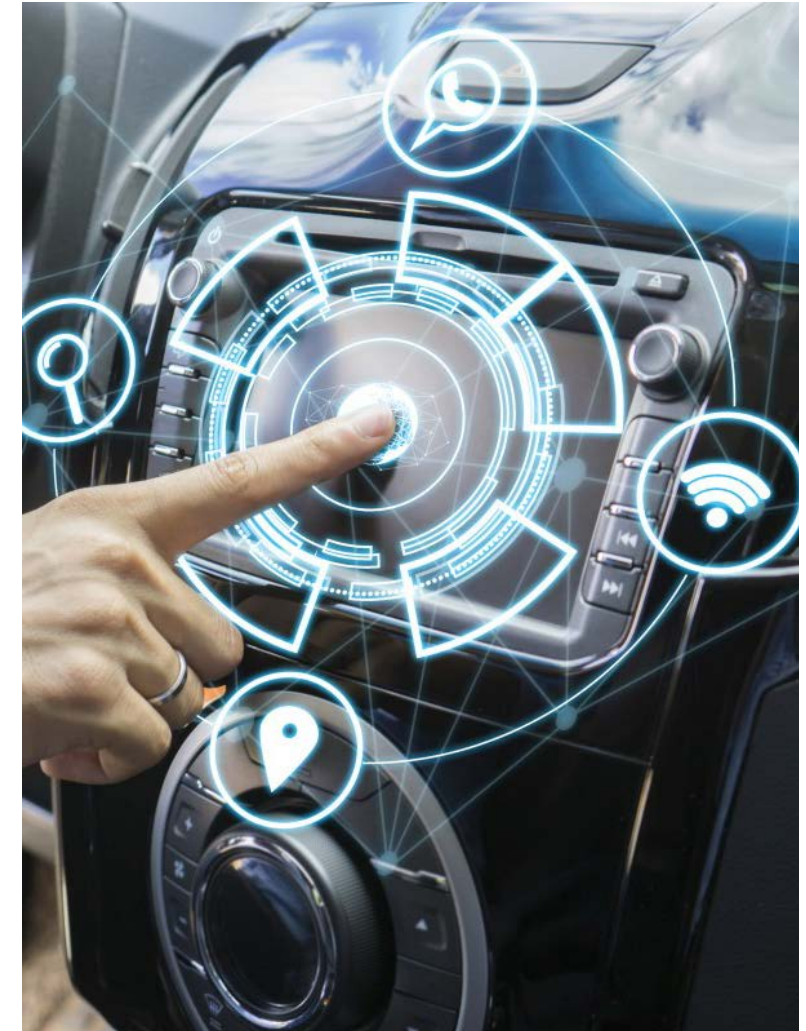


[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-SA](#)

Τυπικές Εφαρμογές (3)

7

- **Ευφυής μετακίνηση:** Σε αυτή την περίπτωση τα οχήματα είναι «έξυπνα» και εξοπλισμένα με αισθητήρες οι οποίοι παρακολουθούν τον περιβάλλοντα χώρο του οχήματος. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες μεταφορτώνονται στην συνέχεια στο υπολογιστικό νέφος.
- Τα δεδομένα επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο στο υπολογιστικό νέφος IoT ώστε να παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες στον οδηγό, όπως ειδοποιήσεις έκτακτης ανάγκης ή εύρεσης βέλτιστων διαδρομών, καθώς και πληροφόρηση σχετικά με οδικές / κυκλοφοριακές συνθήκες ή ειδοποιήσεις τροχαίων ατυχημάτων.



Τυπικές Εφαρμογές (4)

8

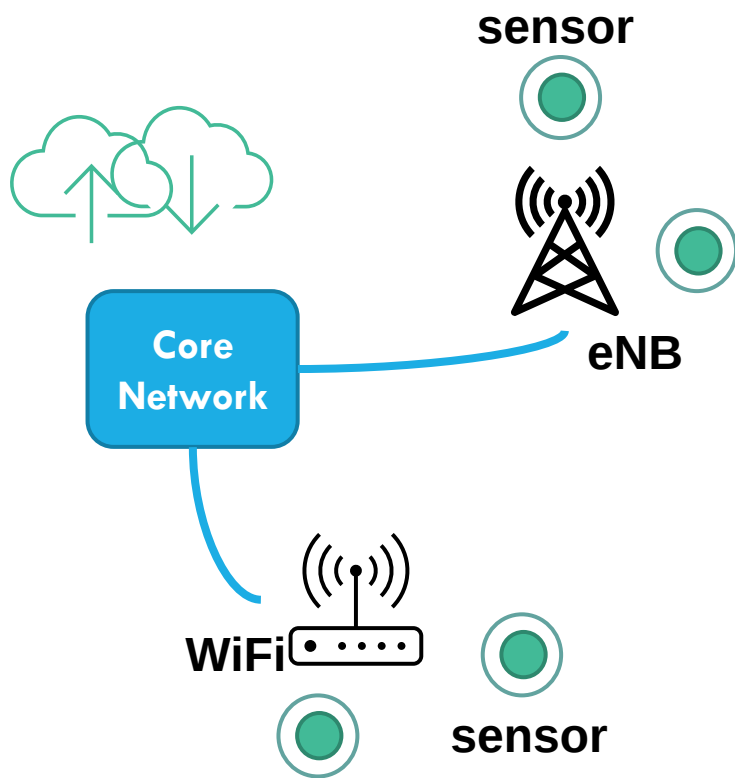
- **Έξυπνη υγειονομική περίθαλψη:** Οι IoT εφαρμογές υγειονομικής περίθαλψης επιτρέπουν την **συνεχή και απομακρυσμένη παρακολούθηση** **διάφορων βιολογικών παραμέτρων** (π.χ. σφυγμός, αρτηριακή πίεση) των ασθενών.
- Στη συνέχεια, **τα δεδομένα μεταδίδονται στο υπολογιστικό νέφος**, όπου μέσω συνεχούς παρακολούθησης και ανάλυσης είναι δυνατή τόσο η δημιουργία μιας πλήρους εικόνας της κατάστασης του ασθενή αλλά και η **έγκαιρη ανίχνευση απειλητικών για τη ζωή καταστάσεων**.



9 Αρχιτεκτονική του IoT συστήματος

Υποδομή δικτύου αισθητήρων

10



- Η υποδομή του IoT συστήματος περιλαμβάνει τις έξυπνες συσκευές, τις πιθανές μεταξύ τους διασυνδέσεις καθώς και τα δίκτυα πρόσβασης και διασύνδεσης με το διαδίκτυο και το υπολογιστικό νέφος.
- Οι έξυπνες συσκευές είναι κυρίως ένας συνδυασμός από αισθητήρες και ενεργοποιητές οι οποίοι ενδέχεται να παράγουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων.
- Τα δεδομένα μεταδίδονται στο υπολογιστικό νέφος IoT μέσω των δικτύων πρόσβασης. Επιπλέον, μηνύματα ελέγχου μπορούν να στέλνονται προς τις έξυπνες συσκευές από το υπολογιστικό νέφος μέσω των ίδιων δικτύων πρόσβασης.
- Είναι προφανές ότι η μετάδοση των δεδομένων πρέπει να πραγματοποιείται με αξιόπιστο και αποτελεσματικό τρόπο.

11

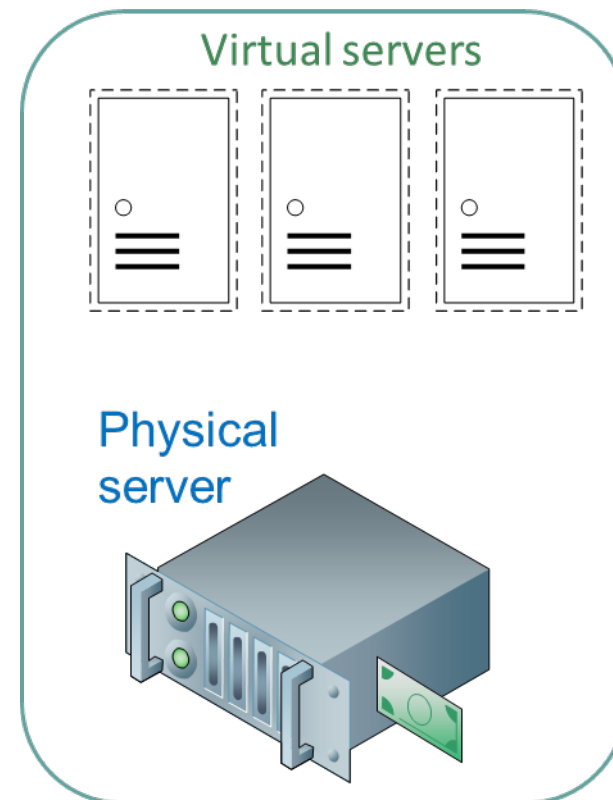
Εικονική ομάδα πόρων

(Virtual Resource Pool)

Υπολογιστικό νέφος IoT

12

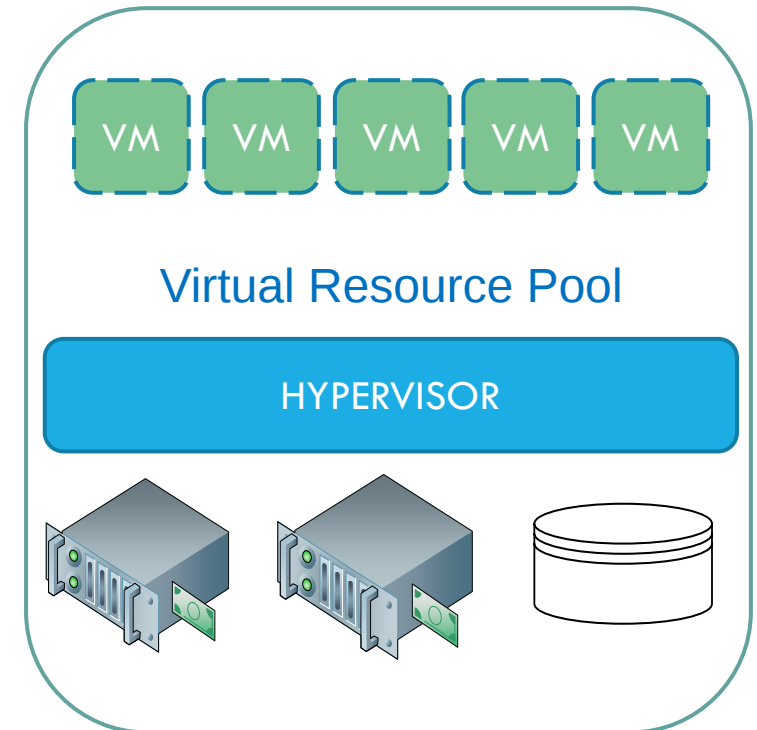
- Το υπολογιστικό νέφος IoT αποτελείται από επιμέρους δομικά στοιχεία, καθένα από τα οποία **συγκροτείται από διακομιστές που εκτελούν διαφορετικές εργασίες**.
- Οι διακομιστές πλέον **χρησιμοποιούν τεχνολογία εικονικοποίησης (virtualization) και υλοποιούνται ως εικονικές μηχανές (VM – Virtual Machines)** οι οποίες λειτουργούν ανεξάρτητα η μία από την άλλη, **ακόμη και αν υλοποιούνται πάνω στο ίδιο υλικό (φυσικό μηχάνημα)**.
- Με αυτά τα VM, μπορούν να υλοποιηθούν μια σειρά από λειτουργίες όπως **η εξισορρόπηση φορτίου**, η υλοποίηση λειτουργίας **πρόσβασης σε βάσεις δεδομένων** με ασφαλή τρόπο αλλά και **διακομιστές εξυπηρέτησης διαδικτυακών εφαρμογών**.



Virtual Resource Pool (1)

13

- Στην γενική περίπτωση, όταν ένα φυσικό μηχάνημα εξυπηρετεί μια υπηρεσία είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν πλήρως οι πόροι του όπως είναι η CPU, η μνήμη και η χωρητικότητα της γραμμής σύνδεσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλή χρησιμοποίησή τους.
- Επιπλέον η επέκταση ενός συστήματος φυσικών υπολογιστών/διακομιστών είναι δύσκολα υλοποιήσιμη.
- Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, χρησιμοποιείται η τεχνική εικονικοποίησης.
- Μέσω της εικονικοποίησης, το λογισμικό **hypervisor** λειτουργεί στο φυσικό μηχάνημα ως μια βάση για την διαχείριση όλων των φυσικών πόρων ενώ επίσης παρέχει και ένα περιβάλλον για την ανάπτυξη των VMs.



Virtual Resource Pool (2)

14

- Οι υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους IoT μπορούν να αναπτυχθούν σε VMs, γεγονός που βοηθά στην **αύξηση της χρησιμοποίησης των φυσικών μηχανών** προσφέροντας έτσι **υψηλή απόδοση με χαμηλό κόστος**.
- Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας την τεχνική εικονικοποίησης, μπορεί να δημιουργηθεί μια **εικονική ομάδα πόρων (Virtual Resource Pool)** από πολλά φυσικά μηχανήματα και οι οποίοι μπορούν να **εκχωρηθούν κατ' απαίτηση σε διαφορετικά VMs**.
- Με αυτόν τον τρόπο, όλοι οι **εικονικοί διακομιστές** μπορούν να **έχουν τους φυσικούς πόρους που χρειάζονται, σύμφωνα με τις απαιτήσεις τους** ενώ ταυτόχρονα **μπορεί να λυθεί δυναμικά και το πρόβλημα της επεκτασιμότητας** όταν ένα VM χρειάζεται πρόσβαση σε περισσότερους πόρους για ένα χρονικό διάστημα.

Επικοινωνία με Διακομιστές

Πρωτόκολλα HTTP και MQTT

Επικοινωνία με Διακομιστές (1)

16

- Οι διακομιστές εφαρμογών είναι ένα σημαντικό μέρος του υπολογιστικού νέφους IoT. Σε αυτούς πραγματοποιείται η εγκατάσταση και λειτουργία εφαρμογών (συστήματα βάσεων δεδομένων, εφαρμογές ανάλυσης δεδομένων και πρόγνωσης, συστήματα ειδοποίησης κτλ.)
- Παραδοσιακά οι διακομιστές εφαρμογών βασίζονται συνήθως στο πρωτόκολλο HTTP (HyperText Transfer Protocol) και επικοινωνούν μέσω TCP/IP συνδέσεων με τα προγράμματα-πελάτες των τελικών χρηστών.



Επικοινωνία με Διακομιστές (2)

17

- Ο διακομιστής HTTP, **αλληλεπιδρά** με τους τελικούς χρήστες μέσω **ενός κύκλου αίτησης-απόκρισης** χρησιμοποιώντας γνωστές μεθόδους, όπως η **GET** για την **ανάκτηση δεδομένων από τον διακομιστή**, η **POST** για την **αποστολή δεδομένων** στον διακομιστή και η **DELETE** για την **διαγραφή δεδομένων** στον διακομιστή.
- Μετά τη λήψη ενός αιτήματος, ο διακομιστής HTTP επεξεργάζεται το αίτημα ώστε να στείλει την κατάλληλη απάντηση στο **πρόγραμμα-πελάτη του τελικού χρήστη**.
- Πολλοί διακομιστές εφαρμογών μπορούν να **αποτελέσουν ένα σύμπλεγμα (Cluster)**, το οποίο επιτρέπει την **κλιμάκωση των προγραμμάτων διακομιστών σε πολλούς παράλληλους επεξεργαστές**.



Cluster of Servers

Επικοινωνία με Διακομιστές (3)

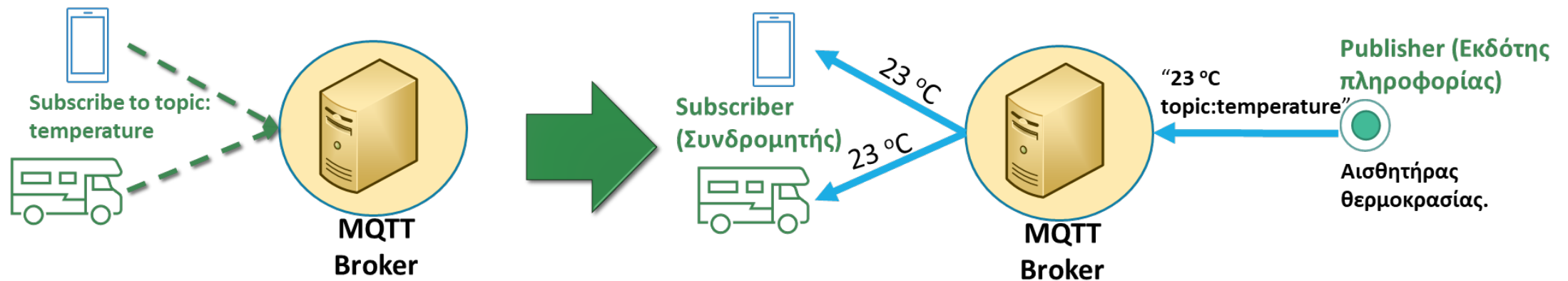
18

- Ωστόσο, το HTTP το είναι κατάλληλο για εφαρμογές ιστού και την μεταφορά πληροφορίας προς υπολογιστές και έξυπνα κινητά τηλέφωνα δεν είναι κατάλληλο τους αισθητήρες του IoT, δεδομένου ότι οι τελευταίοι έχουν περιορισμένους υπολογιστικούς, επικοινωνιακούς και ενεργειακούς πόρους.
- Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός διαφορετικού πρωτοκόλλου με καταλληλότερα χαρακτηριστικά για το IoT.
- Το πρωτόκολλο MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) είναι ένα ελαφρύ πρωτόκολλο (π.χ. πακέτα με μικρό μέγεθος επικεφαλίδας, με ευέλικτο συνολικό μέγεθος πακέτου) και γενικότερο σχεδιασμό ο οποίος στοχεύει στην διευκόλυνση των συσκευών IoT με περιορισμένους πόρους.
- Η λειτουργία του MQTT βασίζεται σε δύο τύπους δικτυακών οντοτήτων: Από την μια έχουμε τυπικά έναν αριθμό πελατών (clients - έξυπνες υπολογιστικές συσκευές) και από την άλλη έναν διακομιστή ο οποίος ονομάζεται μεσίτης μηνυμάτων (message broker).

Επικοινωνία με Διακομιστές (4)

19

- Η διαθέσιμη πληροφορία οργανώνεται με βάση την λογική των θεμάτων (topics). Μια συσκευή δημοσιεύει μια πληροφορία σε ένα συγκεκριμένο θέμα στέλνοντας τη στον μεσίτη και ο μεσίτης στη συνέχεια την διανέμει σε όλους τους πελάτες που έχουν εγγραφεί σε αυτό το θέμα.
- Έτσι δημιουργείται μέσω του μεσίτη μια σύνδεση μεταξύ αυτού που παρέχει την πληροφορία και αυτών που χρησιμοποιούν την πληροφορία χωρίς να απαιτείται να αποκατασταθεί μεταξύ τους σύνδεση.



Επικοινωνία με Διακομιστές (5)

20

- Προφανώς ένα θέμα πρέπει να ορίζεται μοναδικά, ενώ για αντίθετα ένας συνδρομητής (client) MQTT μπορεί να εγγραφεί σε πολλαπλά θέματα ταυτόχρονα.
- Με την χρησιμοποίηση του μεσίτη (Broker) οι εκδότες πληροφορίας (publishers) δεν χρειάζεται να γνωρίζουν τις IP διευθύνσεις ή τους αριθμούς θυρών (sockets) των συνδρομητών για να επικοινωνήσουν.
- *Η όλη διαδικασία βασίζεται στον μεσίτη ο οποίος αναλαμβάνει την διανομή της πληροφορίας.*
- Επίσης οι συσκευές δεν χρειάζεται να είναι ταυτόχρονα ενεργές για να λάβουν την πληροφορία και δεν απαιτείται συγχρονισμός. Καλύπτονται έτσι συσκευές που παροδικά είναι εκτός σύνδεσης (π.χ. οχήματα με κακή ασύρματη σύνδεση, συσκευές που προγραμματίζονται να κλείνουν σε τακτά χρονικά διαστήματα (standby) για εξοικονόμηση ενέργειας κτλ.)

Επικοινωνία με Διακομιστές (6)

21

- Επιπρόσθετα η συσκευή που λαμβάνει δεδομένα μπορεί να τα λάβει και να τα επεξεργαστεί με τον δικό της ρυθμό ανεξάρτητα από τον ρυθμό με τον οποίο παράγεται η πληροφορία. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνονται συσκευές με μικρότερες επικοινωνιακές / υπολογιστικές δυνατότητες.
- Οι διακομιστές MQTT μπορούν να λειτουργήσουν και με την μορφή cluster (συμπλέγματος) όπου ο κύριος διακομιστής MQTT μπορεί να βοηθηθεί από δευτερεύοντες διακομιστές στην λογική master-slave.



Cluster of
MQTT
Brokers

Επικοινωνία με Διακομιστές (7)

22

- Οι διακομιστές MQTT χρησιμοποιούν τρία επίπεδα ποιότητας υπηρεσίας (QoS 0,1,2) για να διασφαλίσουν την αξιοπιστία της μετάδοσης του μηνύματος.
- Στο επίπεδο 0 (QoS 0) οι συνδρομητές δεν στέλνουν επιβεβαίωση λήψης και τα μηνύματα δεν αποθηκεύονται και δεν αποστέλλονται ξανά σε περίπτωση σφάλματος.
- Στο επίπεδο 1 (QoS 1) απαιτείται επιβεβαίωση λήψης μηνύματος (PUBACK). Αν δεν ληφθεί επιβεβαίωση τότε γίνεται αποστολή του μηνύματος ξανά με την σήμανση ότι είναι διπλότυπο (Duplicate Flag set).
 - Το μήνυμα θα συνεχίσει να αποστέλλεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, έως ότου ο αποστολέας λάβει επιβεβαίωση. Αυτό σημαίνει ότι η αποστολή είναι εγγυημένη, αν και το μήνυμα μπορεί να φτάσει περισσότερες από μία φορές.

Επικοινωνία με Διακομιστές (8)

23

- Στο επίπεδο 2 (QoS 2), χρησιμοποιείται ένας **μηχανισμός χειραψίας** (μια ακολουθία τεσσάρων μηνυμάτων μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη) που επιβεβαιώνει ότι **το κύριο μήνυμα έχει σταλεί και έχει ληφθεί ακριβώς μία φορά**.

QoS Level 0 -
Received at
most once

QoS Level 1 -
Received at
least once

QoS Level 2 -
Received
exactly once

24

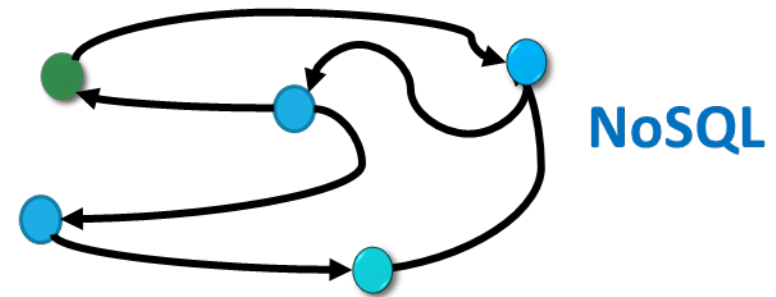
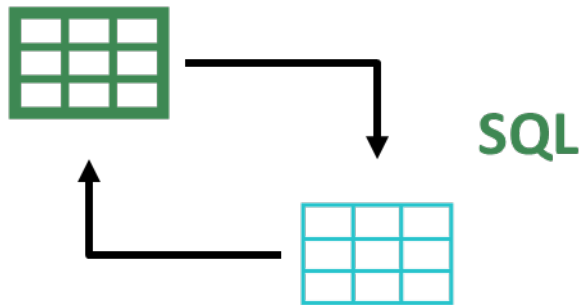
Βάσεις Δεδομένων

SQL - NoSQL

Βάσεις Δεδομένων

25

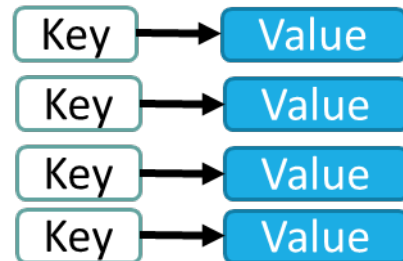
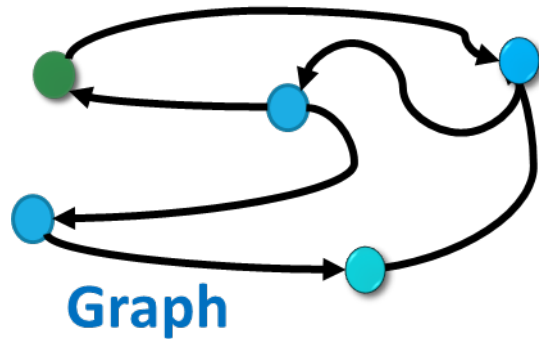
- Οι απαιτήσεις των εφαρμογών για αποθήκευση δεδομένων ποικίλουν. Τόσο οι **σχεσιακές SQL (Structured Query Language)** όσο και οι **μη σχεσιακές βάσεις δεδομένων NoSQL** μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο υπολογιστικό νέφος για IoT εφαρμογές.
- Στις **σχεσιακές βάσεις δεδομένων** τα δεδομένα αποθηκεύονται με τη μορφή δισδιάστατων πινάκων. Αποτελούν κλασικές λύσεις αποθήκευσης και θεωρούνται **περισσότερο στιβαρές και αξιόπιστες αλλά λιγότερο ευέλικτες**.



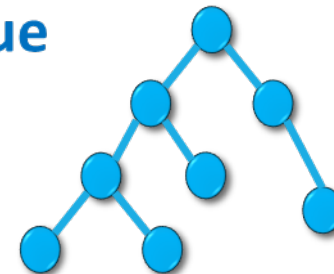
Βάσεις Δεδομένων

26

- Από την άλλη οι NoSQL βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούν μια ποικιλία προσεγγίσεων (Βάσεις εγγράφων (Document Databases), Βάσεις κλειδιού-τιμής (key-value), Βάσεις αποθήκευσης κατά στήλες (columnar systems) κτλ.).
- Ακολουθούν περισσότερο χαλαρούς κανόνες σχεδιασμού με στόχο την απόδοση την ευελιξία και την εύκολη επεκτασιμότητα.
- Επομένως είναι περισσότερο κατάλληλες για **πραγματικού χρόνου συστήματα** ειδικά αν παράγεται **μεγάλος όγκος δεδομένων (Big Data)**.



Key-value



Document

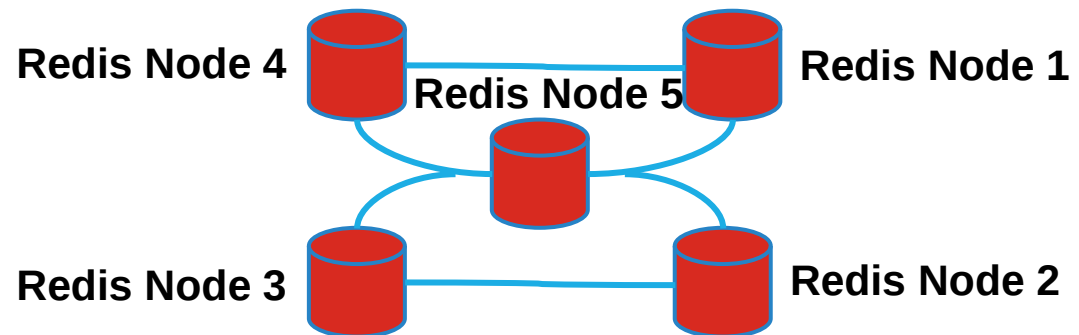
Redis

27

- Μια ενδιαφέρουσα λύση για περιβάλλον IoT είναι το λογισμικό ανοιχτού κώδικα Redis (<https://redis.io/>), το οποίο μπορεί να λειτουργήσει ως NoSQL βάση δεδομένων με αποθήκευση διάφορων δομών δεδομένων στη μνήμη του υπολογιστή (αύξηση ταχύτητας – απόδοσης) αλλά και στον σκληρό δίσκο.
- Η εγγραφή στο σκληρό δίσκο μπορεί να πραγματοποιείται περιοδικά με συχνότητα που εξαρτάται από την εφαρμογή που έχουμε κάθε φορά ενώ μπορεί προαιρετικά να απενεργοποιηθεί.
- Το Redis υποστηρίζει λειτουργία σε σύμπλεγμα (Cluster) Redis κόμβων.



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC](#)



Εξισορροποιητής φορτίου

(Load Balancer)

Αντίστροφος Διακομιστής Μεσολάβησης

(Reverse Proxy)

Reverse Proxy / Load Balancers

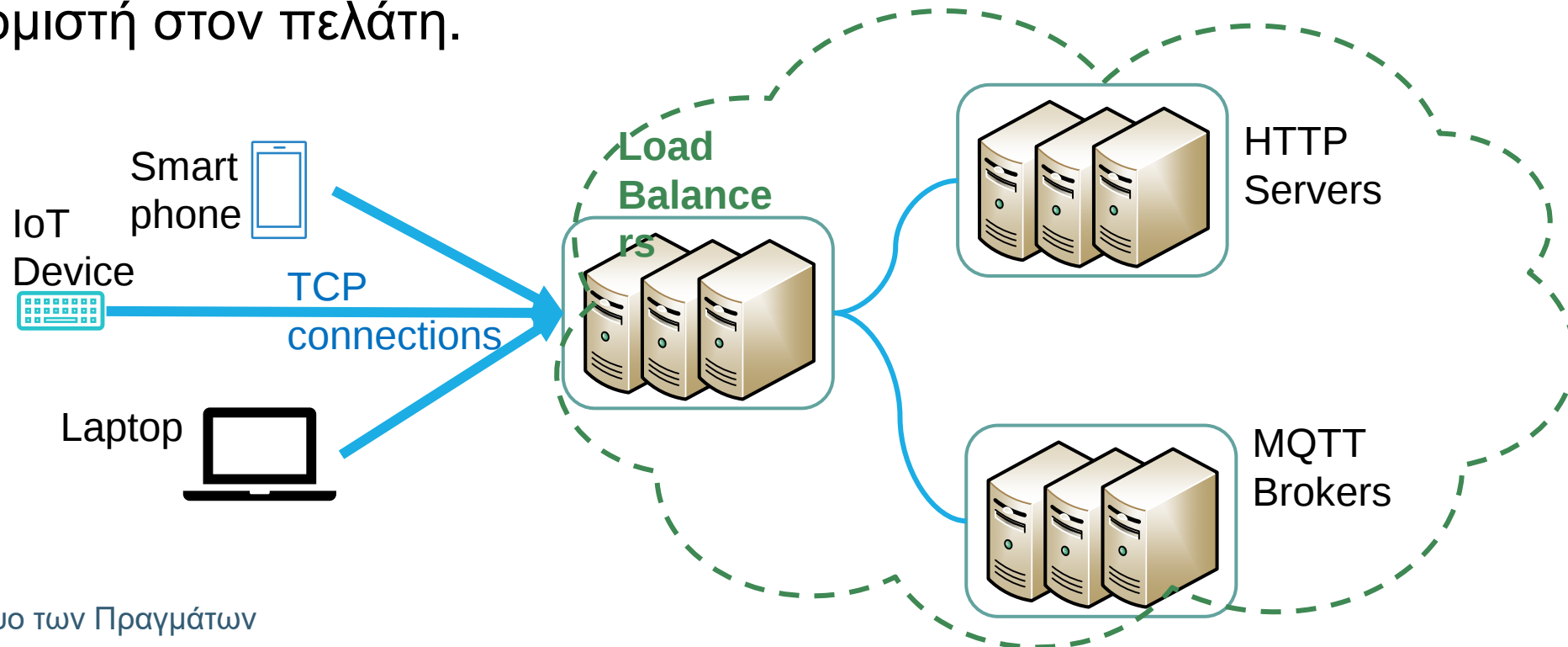
29

- Στο περιβάλλον του IoT οι διακομιστές αναμένεται να πρέπει να χειρίζονται ένα μεγάλο αριθμό ταυτόχρονων αιτημάτων (web servers) ή τη μεταφορά τεράστιου αριθμού μηνυμάτων (MQTT brokers).
- Αν δεν υπάρχει εξισορρόπηση φορτίου αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ορισμένοι διακομιστές να δέχονται υπερβολική επιβάρυνση και επομένως είναι πιθανό να απορρίπτουν εισερχόμενες αιτήσεις.
- Ταυτόχρονα κάποιοι άλλοι διακομιστές μπορεί να παραμένουν αδρανείς ή να υπολειτουργούν με αποτέλεσμα την χαμηλή χρησιμοποίησή τους.
- Επομένως, είναι σημαντικό να υπάρχει ένας μηχανισμός εξισορρόπησης φορτίου για την βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων δικτυακών πόρων.
- Η χρησιμοποίηση Reverse Proxy / Load Balancers μας βοηθάει να πετύχουμε αυτόν τον στόχο.

Εξισορροποιητής φορτίου

30

- Ένας **εξισορροποιητής φορτίου** (**Load Balancer**) τοποθετείται πριν μια ομάδα διακομιστών και *κατανέμει κατάλληλα τα εισερχόμενα αιτήματα πελατών μεταξύ των μελών της ομάδας*. Στην συνέχεια επιστρέφει την απάντηση του διακομιστή στον πελάτη.



Εξισορροποιητής φορτίου

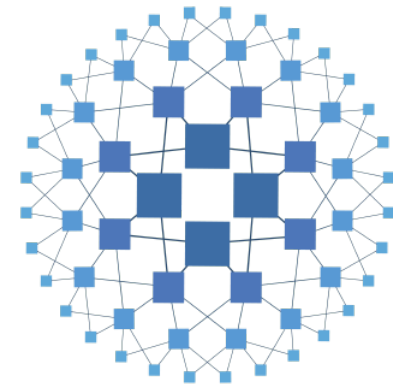
31

- Η βασική λειτουργία του εξισορροποιητή φορτίου είναι να μοιράζει αποτελεσματικά το εισερχόμενο φορτίο ανάμεσα στους διακομιστές, να φροντίζει να μην υπερφορτώνεται υπερβολικά ένας διακομιστής και να επιτυγχάνεται η γρηγορότερη δυνατή απάντηση στον τελικό χρήστη (Client).
- Αυτή η λειτουργία επίσης πετυχαίνει να επανα-δρομολογεί έγκαιρα τα αιτήματα προς έναν διακομιστή που βρίσκεται εκτός λειτουργίας προς άλλους διακομιστές αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία του συστήματος και μειώνοντας τον αριθμό των σφαλμάτων που βλέπει ο τελικός χρήστης.
- Ουσιαστικά οι εξισορροποιητές φορτίου λειτουργούν ως ενδιάμεσος κόμβος μεταξύ των διακομιστών και του διαδικτύου και η ανάπτυξη τους έχει νόημα μόνο όταν υπάρχουν πολλαπλοί διακομιστές.

HAProxy

32

- Μια ενδιαφέρουσα λύση εξισορροποιητή φορτίου για περιβάλλον IoT είναι το λογισμικό ανοιχτού κώδικα HAProxy (<https://www.haproxy.org/>).
- Το HAProxy είναι λογισμικό το οποίο προσφέρεται δωρεάν, έχει υψηλή απόδοση και είναι αξιόπιστο.
- Προσφέρει εξισορρόπηση φορτίου αλλά και λειτουργία αντίστροφου διακομιστή μεσολάβησης για εφαρμογές που βασίζονται στα πρωτόκολλα TCP και HTTP.
- Χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα και συνεργάζεται με τις περισσότερες διανομές Linux και πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους.



HAProxy

[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-SA](#)

HAProxy Εξισορρόπηση Φορτίου (1)

33

- HTTP εξισορρόπηση φορτίου: Η προεπιλεγμένη μέθοδος εξισορρόπησης φορτίου είναι ο αλγόριθμος **Weighted Round Robin**, με βάση τον οποίο **μοιράζονται οι εισερχόμενες κλήσεις** στους HTTP διακομιστές που **εξυπηρετούν ένα συγκεκριμένο URL (Uniform Resource Locator)**. *Σημ: Το πρωτόκολλο HTTP υλοποιείται στο Επίπεδο 7: Εφαρμογών (Application Layer) του μοντέλου αναφοράς OSI.*
- MQTT εξισορρόπηση φορτίου: στο **HAProxy** δεν υπάρχουν λειτουργίες εξισορρόπησης φορτίου για τους διακομιστές που χρησιμοποιούν το **πρωτόκολλο MQTT**. Ως αποτέλεσμα, **η εξισορρόπηση φορτίου πραγματοποιείται στο επίπεδο του TCP πρωτοκόλλου**. *Σημ: Το πρωτόκολλο TCP υλοποιείται στο Επίπεδο 4: Μεταφοράς (Transport Layer) του μοντέλου αναφοράς OSI.*
 - Η εξισορρόπηση φορτίου TCP μπορεί να μεταφέρει πακέτα TCP στον κατάλληλο διακομιστή σύμφωνα με ένα σύνολο προκαθορισμένων κανόνων.

HAProxy Εξισορρόπηση Φορτίου (2)

34

- Συγκεκριμένα στο HAProxy εφαρμόζεται το πρωτόκολλο Network Address Translation (NAT) σύμφωνα με το οποίο το HAProxy παρέχει μια εικονική IP και θύρα σε κάθε διακομιστή.
- Όταν λαμβάνει ένα πακέτο TCP από το διαδίκτυο, το HAProxy αλλάζει τη διεύθυνση IP προορισμού και τον αριθμό θύρας του πακέτου και το προωθεί στον κατάλληλο διακομιστή MQTT.
- Οι διακομιστές MQTT διατηρούν σταθερές συνδέσεις με τους πελάτες και επομένως το HAProxy απαιτείται να κρατήσει αυτές τις συνδέσεις.
- Αυτό βοηθά και στην εξισορρόπηση φορτίου αφού ο διακομιστής MQTT που επιλέγεται κάθε φορά από το HAProxy είναι αυτός με τον μικρότερο αριθμό ενεργών συνδέσεων.

Αντίστροφος Διακομιστής Μεσολάβησης

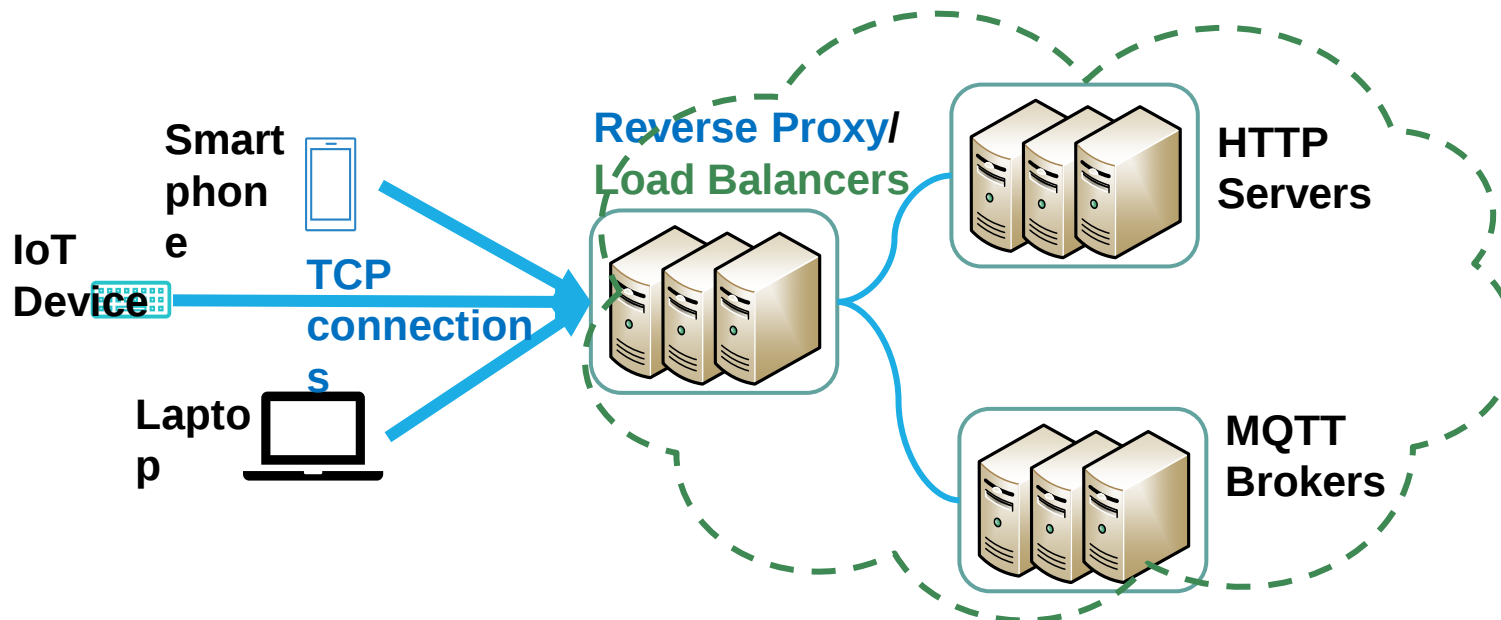
35

- Ένας διακομιστής μεσολάβησης (Proxy) αποκρύπτει την ταυτότητα του πελάτη από την τελική συσκευή με την οποία συνδέεται (π.χ. web server).
- Ένας αντίστροφος διακομιστής μεσολάβησης (Reverse Proxy) αποκρύπτει την ταυτότητα του διακομιστή από τον πελάτη.
 - Δέχεται το αίτημα από έναν πελάτη και στην συνέχεια το προωθεί σε έναν από τους διαθέσιμους διακομιστές που μπορούν να το επεξεργαστούν. Στην συνέχεια επιστρέφει την απάντηση του διακομιστή στον πελάτη.
- Ένας αντίστροφος διακομιστής μεσολάβησης μπορεί να πραγματοποιήσει έλεγχο ταυτότητας ή αποκρυπτογράφηση δεδομένων ενώ παρέχει ασφάλεια για τους διακομιστές.

Αντίστροφος Διακομιστής Μεσολάβησης

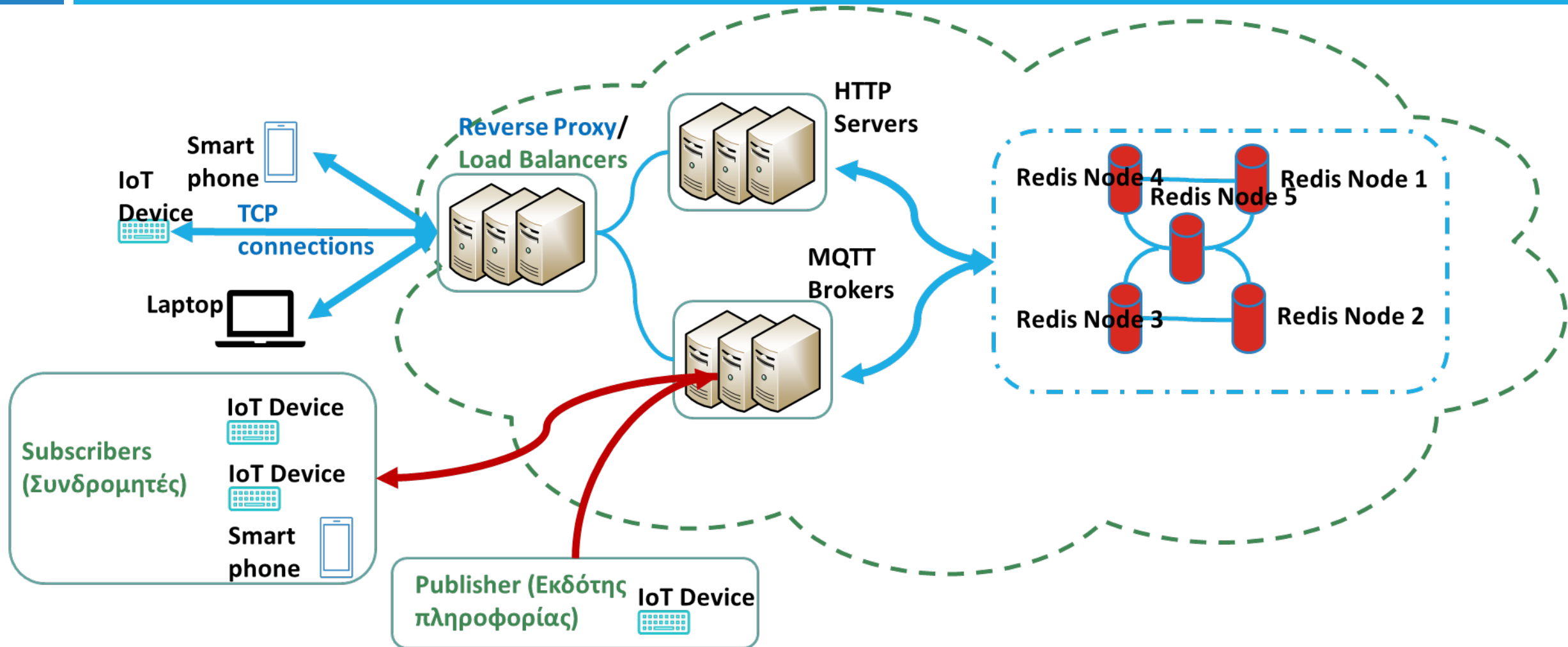
36

- Οι αντίστροφοι διακομιστές μεσολάβησης μπορούν επίσης να υποβοηθήσουν την απόδοση του IoT συστήματος αποθηκεύοντας πληροφορία (**Caching**) και απαντώντας αντί του διακομιστή.
- *Επομένως ένας αντίστροφος διακομιστής μεσολάβησης είναι χρήσιμος ακόμη και αν έχουμε μόνο έναν διακομιστή (αντί ομάδας διακομιστών).*



Γενική Εικόνα Υπολογιστικού νέφους IoT

37

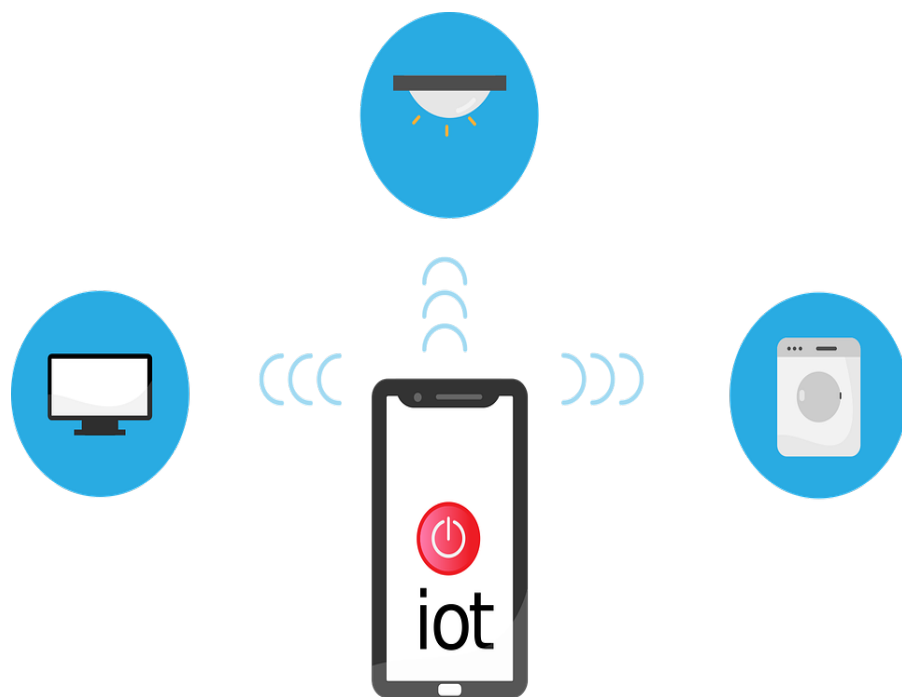


Υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους IoT (1)

38

- Εκμεταλλευόμενοι τις υπηρεσίες που παρέχονται από το υπολογιστικό νέφος IoT, μπορούμε να προσφέρουμε διάφορες εφαρμογές τόσο στους τελικούς χρήστες όσο και στους διαχειριστές.
- Αυτές οι υπηρεσίες είναι προσβάσιμες από προγράμματα περιήγησης ιστού οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε και χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:
 - ο Εφαρμογές Ιστού: Οι εφαρμογές ιστού στο υπολογιστικό νέφος IoT αναπτύσσονται τόσο για πληροφόρηση των τελικών χρηστών (δεδομένα IoT) αλλά και για τους διαχειριστές με στόχο την εποπτεία των IoT συσκευών τους. Έτσι μπορούν οι διαχειριστές έχουν πρόσβαση σε λεπτομερείς πληροφορίες για την κατάσταση των συσκευών και τα δεδομένα που συλλέγουν ενώ, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορούν να έχουν πρόσβαση και σε λειτουργίες απομακρυσμένου ελέγχου.

Υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους IoT (2)



Pixabay License <https://pixabay.com/illustrations/internet-of-things-iot-network-3671222/>

- Εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα: Οι εφαρμογές που υλοποιούνται στο υπολογιστικό νέφος IoT στοχεύουν κυρίως να είναι συμβατές με τα κύρια λειτουργικά συστήματα για έξυπνα κινητά τηλέφωνα που είναι τα **Android** και **iOS**.
- Προκειμένου να είναι δυνατή η **παροχή των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους IoT στους τελικούς χρήστες**, έχουν οριστεί **διεπαφές μέσω των οποίων έχουν πρόσβαση στις αντίστοιχες υπηρεσίες** όπως π.χ. **απομακρυσμένος έλεγχος έξυπνων οικιακών συσκευών**.

Υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους IoT (3)

40

- **Κιτ ανάπτυξης λογισμικού (Software Development Kit - SDK):** Οι πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους IoT παρέχουν κιτ ανάπτυξης λογισμικού σε τρίτους προγραμματιστές (π.χ. SDK Android ή iOS).
- **Τα SDK περιλαμβάνουν ένα σύνολο εργαλείων ανάπτυξης και εύκολη πρόσβαση στις κατάλληλες διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface -API)** με τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες **οι λειτουργίες του υπολογιστικού νέφους IoT.**



Developers

[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-SA-NC](#)