

M2M επικοινωνίες

Ενότητα 1:

Εισαγωγή στις M2M επικοινωνίες

Εισαγωγή

- Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επιτύχει τη συνεργασία μεταξύ ευφυών συστημάτων μέσω ενσύρματων και ασύρματων δικτύων.
- Επικοινωνία τύπου Machine-to-Machine (M2M) ή Machine Type Communication (MTC):
 - Αυτόνομη επικοινωνία μεταξύ συσκευών.
 - Χωρίς καθόλου ή με ελάχιστη παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα.
- Συσκευές που πραγματοποιούν M2M επικοινωνία:
 - Ηλεκτρονικοί υπολογιστές.
 - Αισθητήρες.
 - Smartphones.
 - Tablets κτλ.
- Οι M2M επικοινωνίες αποτελούν πλέον σημαντικό τμήμα των σύγχρονων τηλεπικοινωνιακών δικτύων.
- Αυτό μπορεί να κατανοηθεί πλήρως αν αναλυθεί το πλήθος των εφαρμογών που υποστηρίζονται από M2M επικοινωνίες.



Εισαγωγή

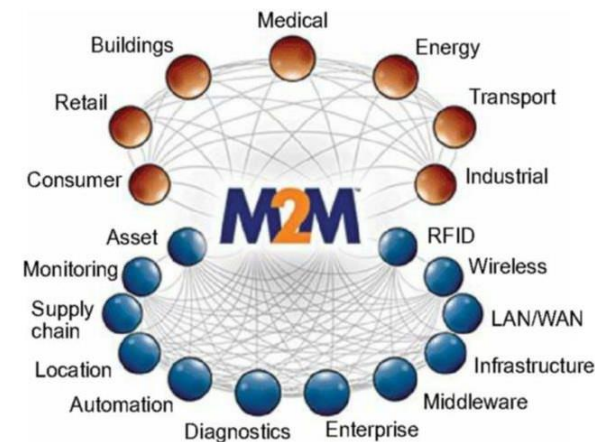
- Η επικοινωνία στα δίκτυα M2M μπορεί να υλοποιηθεί μέσω διαφόρων τεχνολογιών όπως Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi, RF, LTE κ.α.

| Πρωτόκολλο/ Τεχνολογία | Ethernet | Wi-Fi | ZigBee/ 6LoWPAN | Bluetooth/ Bluetooth 4.0 | UWB | WBAN | Cellular (not only LTE) |
|--|-----------------------------|------------------|----------------------------|--|--|--|---|
| Πρότυπο IEEE | 802.3 | 802.11 | 802.15.4 | 802.15.1 | 802.15.3a | 802.15.6 | - |
| Συχνότητα Λειτουργίας | - | 2.4GHz 5GHz | 2.4GHz 915MHz 868MHz | 2.4GHz | 3.1-10.6 GHz | 2.4GHz | 800,900, 1800,2100, 2600 MHz |
| Μέγιστος Ρυθμός Μετάδοσης | 10 Mbps Up to 100Gbps | 1300+ Mbps | Up to 250 kbps | 50 Mbps | 480Mbps up to 1.6Gbps | Up to 200kbps | Up to 1Gbps |
| Ακτίνα Λειτουργίας | 100m | 50m | 10-20m | 200m | 30m | 5m | 10km |
| Κατανάλωση Ενέργειας | Χαμηλή | Υψηλή | Χαμηλή | Χαμηλή | Χαμηλή | Χαμηλή | Υψηλή |
| Διάρκεια ζωής μπαταρίας συσκευής | Υψηλή | Χαμηλή | Υψηλή | Υψηλή | Υψηλή | Υψηλή | Χαμηλή |
| Γνωστές Εφαρμογές | Χρήση σε δίκτυα Η/Υ | Οικιακή χρήση | Συσκευές IoT | Προσωπικά διασυνδεδεμένα αντικείμενα | Προσωπικά διασυνδεδεμένα αντικείμενα | Προσωπικά διασυνδεδεμένα αντικείμενα | Κινητά και συσκευές που χρησιμοποιούν δεδομένα |

- Στην πράξη, για την επικοινωνία όλων των στοιχείων-συσκευών ενός δικτύου:
 - Σχεδόν ποτέ δεν χρησιμοποιείται μία μόνο τεχνολογία,
 - καθώς οι απαιτήσεις διαφέρουν σε κάθε επιμέρους τμήμα του

M2M διατάξεις

- M2M διάταξη:
 - Ορίζεται οποιαδήποτε συσκευή μπορεί να συνδεθεί σε κάποιο τοπικό δίκτυο ή στο Διαδίκτυο και να επικοινωνεί με άλλες αντίστοιχες συσκευές χωρίς καθόλου ή με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση.
 - Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι:
 - Αισθητήρες ενσωματωμένοι σε κινούμενες διατάξεις.
 - Ηλεκτρικές συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες (π.χ. ψυγείο, πλυντήριο).
 - Ηλεκτρικοί λαμπτήρες με δυνατότητα ασύρματης σύνδεσης.
 - Ρολόγια χειρός.
 - Κινητά τηλέφωνα, tablets ή ηλεκτρονικοί υπολογιστές.
 - Εάν έχουν προγραμματιστεί κατάλληλα για MTC.



M2M εφαρμογές (ή M2M υπηρεσίες)

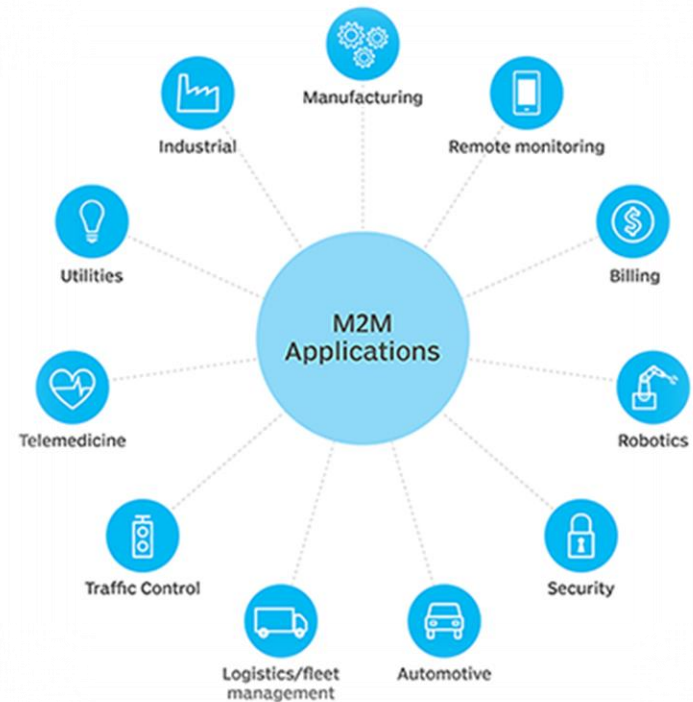
- M2M εφαρμογές ή υπηρεσίες:
 - Ορίζονται οι ολοκληρωμένες λύσεις που παρέχονται για την επίλυση κάποιου προβλήματος ή την αντιμετώπιση κάποιας ανάγκης.
 - Περιλαμβάνουν:
 - Συσκευές M2M.
 - Κατάλληλο λογισμικό.
 - Την απαραίτητη τεχνική υποστήριξη από τον πάροχο της εφαρμογής.



M2M εφαρμογές (ή M2M υπηρεσίες)

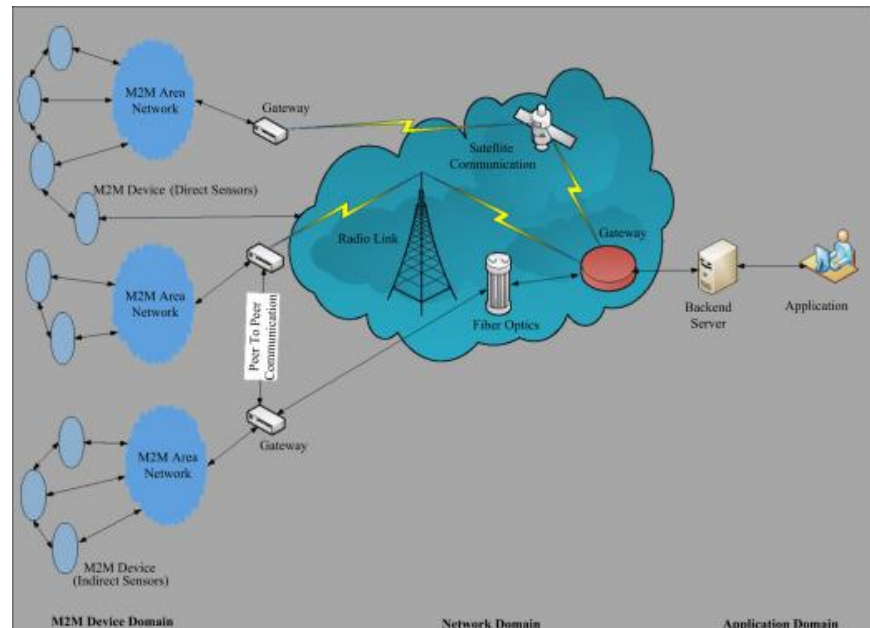
- Οι εφαρμογές ή υπηρεσίες αυτές μπορεί να είναι:
 - Από ψυχαγωγικής μορφής με τελικό καταναλωτή κάποιον μεμονωμένο χρήστη,
 - μέχρι και εταιρικές εφαρμογές υψηλού επιπέδου που έχουν σχεδιαστεί για συγκεκριμένη λειτουργία
 - Π.χ. παρακολούθηση στόλου οχημάτων με ταυτόχρονη καταγραφή της οδηγικής συμπεριφοράς του οδηγού.
- Παραδείγματα εφαρμογών :

| Μεμονωμένα Άτομα | Κοινωνικά Σύνολα | Εταιρίες/Επιχειρήσεις |
|---|---|---|
| Τηλε-ιατρικοί αισθητήρες | Έξυπνες Στάσεις | Συστήματα ασφαλείας κτιρίων |
| Έξυπνο σύστημα ασφαλείας κατοικίας | Έξυπνο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας | Παρακολούθηση στόλου οχημάτων |
| Έξυπνες συσκευές (πλυντήριο, ψυγείο κλπ.) | Συστήματα ασφαλείας-παρακολούθησης δρόμων | Συστήματα Αυτόματης παρακολούθησης πληροφοριακών συστημάτων |



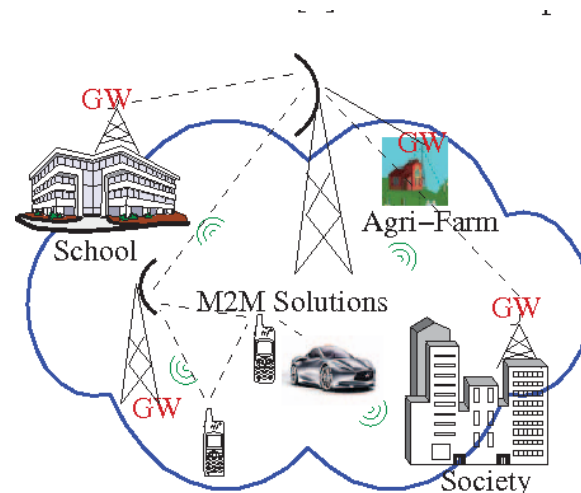
M2M δίκτυα

- M2M δίκτυα:
 - Ορίζεται το σύνολο των M2M συσκευών που χρησιμοποιούνται σε μία εφαρμογή,
 - καθώς και ο τρόπος διασύνδεσης των συσκευών αυτών.
- Για λόγους απλότητας:
 - Έχει καθιερωθεί πλήθος M2M δικτύων να προσδιορίζονται με κριτήριο τη χωρική έκταση που καταλαμβάνουν ή εξυπηρετούν.
 - Π.χ. δίκτυο οικίας, δίκτυο κτηρίου, πόλης κλπ.



M2M δίκτυα

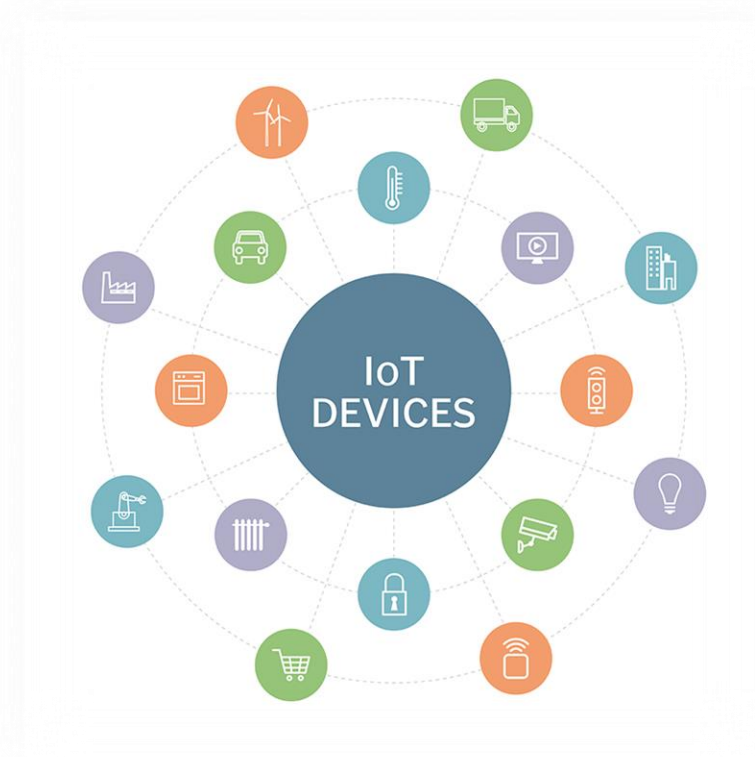
- Στην πράξη δεν μπορεί να γίνει σαφής διαχωρισμός ανάμεσα στους προηγούμενους ορισμούς.
 - Συχνό φαινόμενο είναι η κατασκευή M2M συσκευών για την κάλυψη αναγκών που μπορεί να προκύψουν από συγκεκριμένη εφαρμογή.
 - Π.χ. κατασκευή αισθητήρων συγκεκριμένων προδιαγραφών για ενσωμάτωση σε οχήματα νέας τεχνολογίας.
 - ❖ Ο αισθητήρας στην περίπτωση αυτή αποτελεί μέρος της εφαρμογής που υλοποιεί και μελετάται ως μέρος αυτής και σπάνια ως ξεχωριστή M2M συσκευή.



Κατηγοριοποίηση συσκευών M2M

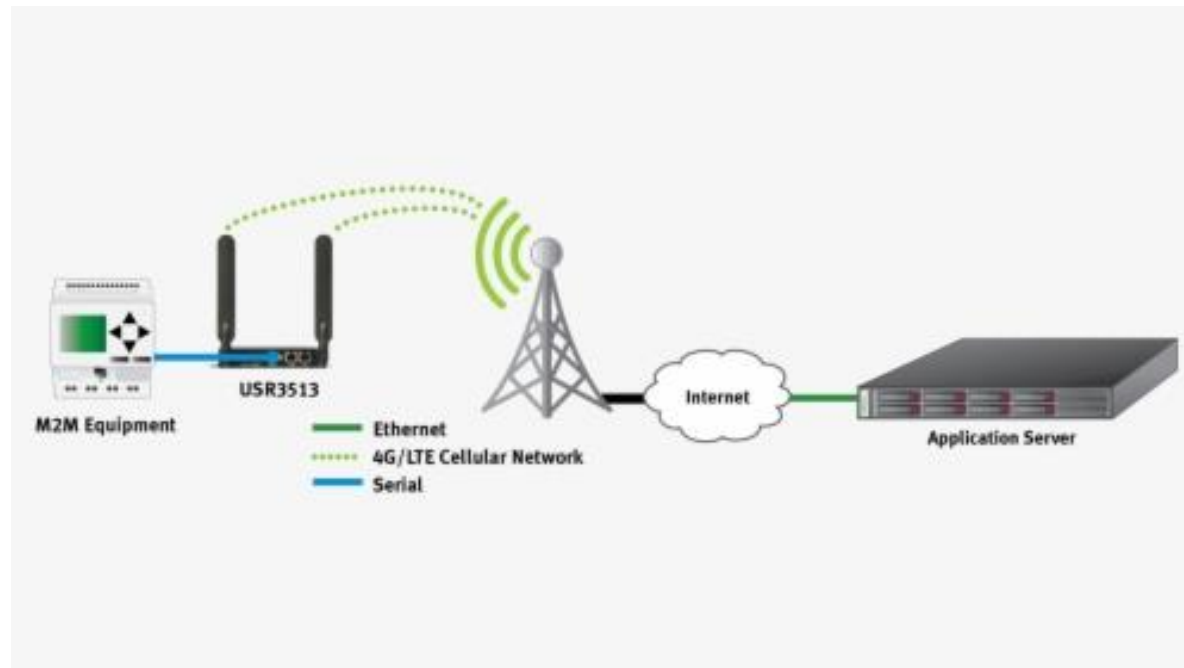
Κατηγοριοποίηση συσκευών M2M

- Η κατηγοριοποίηση των M2M συσκευών πραγματοποιείται ως προς τον τύπο της εφαρμογής που υπηρετούν.
- Κάθε υποκατηγορία:
 - Παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά ως προς την κίνηση που προωθεί στο δίκτυο επικοινωνιών.



Συσκευές παρακολούθησης στοιχείων

- Χρησιμοποιούνται για την από απόσταση παρακολούθηση αντικειμένων.
 - Όπως κοντέινερ μεταφοράς ή άλλων διακινούμενων φορτίων.
- Τις περισσότερες φορές, οι M2M συσκευές αυτού του τύπου συνυπάρχουν με κατάλληλους μετρητές
 - Π.χ. μετρητές θερμοκρασίας, πίεσης κ.α.



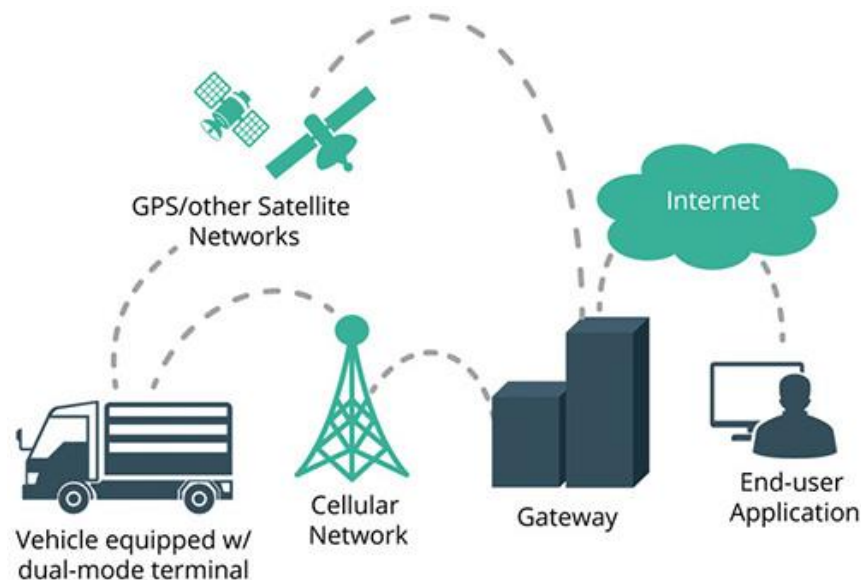
Συσκευές ασφάλειας κτιρίων

- Π.χ. συσκευές καταγραφής μεταβολής της κατάστασης θυρών ή κάμερες παρακολούθησης κτιρίων.
- Οι εφαρμογές τις κατηγορίας αυτής:
 - Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εταιρικούς οργανισμούς και επιχειρήσεις.
 - Για λόγους ασφαλείας ή για καταγραφή των κινήσεων των εργαζομένων.



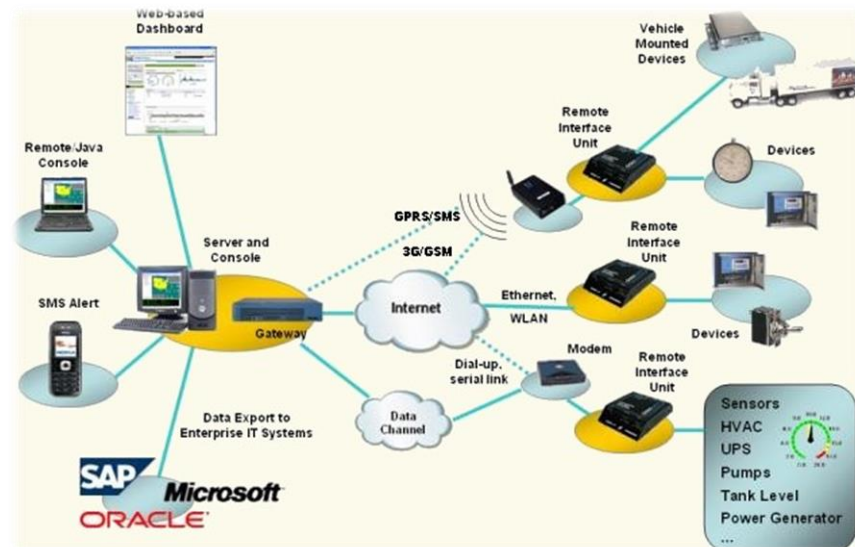
Συσκευές παρακολούθησης στόλου οχημάτων

- Με τις συσκευές αυτού του τύπου:
 - Πραγματοποιείται καταγραφή της θέσης, του χρόνου άφιξης και του χρόνου άφιξης αναχώρησης από επιλεγμένους προορισμούς.
- Επίσης προσφέρεται δυνατότητα πρόσβασης σε στοιχεία πραγματικού χρόνου όπως ενδεικτικά:
 - Η οδηγική συμπεριφορά του οδηγού.
 - η κατάσταση του οχήματος και των εμπορευμάτων.



Συσκευές διασύνδεσης

- Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι M2M συσκευές που χρησιμοποιούνται:
 - Για τη διασύνδεση οποιασδήποτε συσκευής με το υπόλοιπο δίκτυο.
- Λειτουργούν δηλαδή ως προσαρμογείς ή διεπαφές του δικτύου.
- Οι M2M συσκευές αυτές μπορούν να εκσυγχρονίσουν ήδη υπάρχοντα μηχανήματα.
 - Παρέχοντάς τους διασύνδεση σε κάποιο δίκτυο νέας γενιάς.



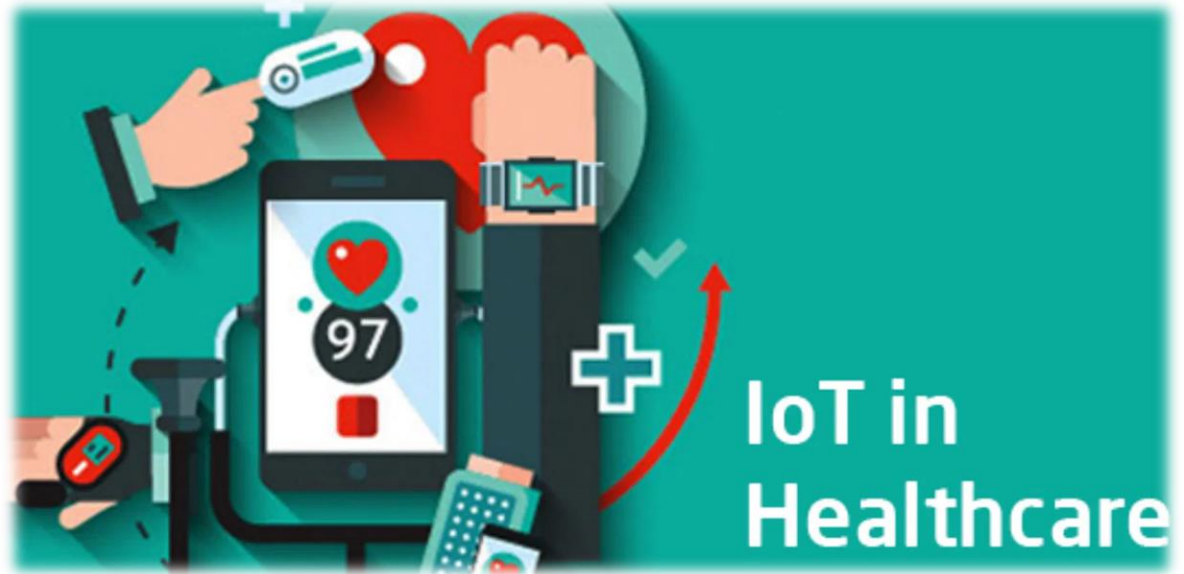
Συσκευές τηλεμέτρησης

- M2M συσκευές που πραγματοποιούν απομακρυσμένες μετρήσει.
- Χρησιμοποιούνται κυρίως σε αγροτικές, περιβαλλοντικές ή ενεργειακές εφαρμογές.



Συσκευές τηλεϊατρικής

- M2M συσκευές που χρησιμοποιούνται για την απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών.
 - Προσφέρουν τη δυνατότητα παρακολούθησης και αυτόματης ενημέρωσης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

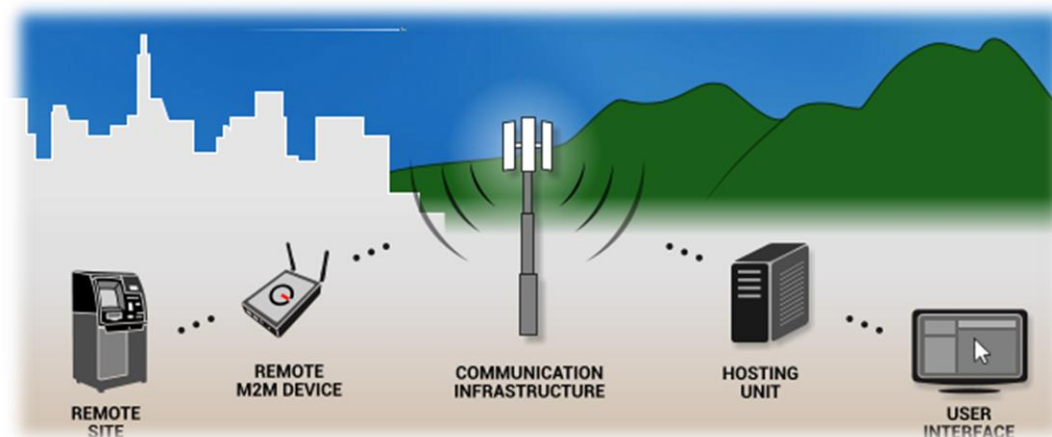


Κατηγοριοποίηση M2M συσκευών



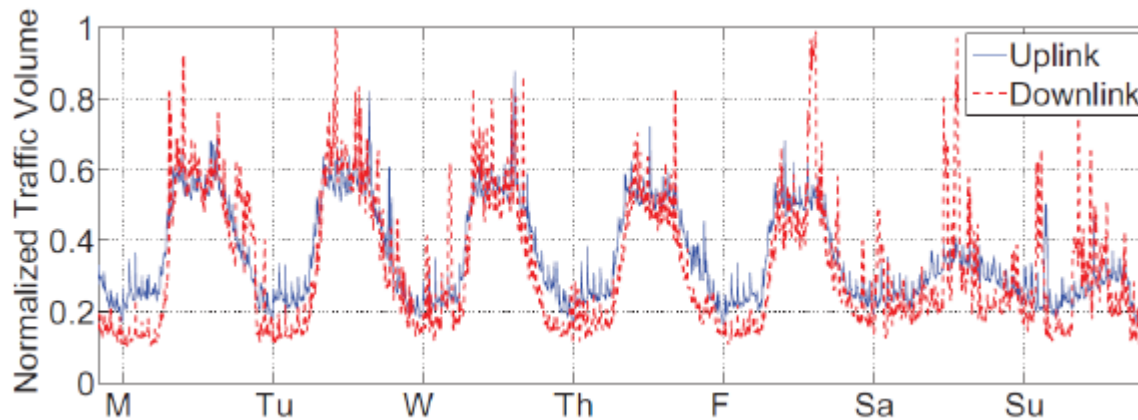
Χαρακτηριστικά M2M δικτύων και εφαρμογών

- Σε σχέση με τις επικοινωνίες Human-to-Human H2H ή αλλιώς Human Type Communications HTC.
 - Οι επικοινωνίες M2M έχουν συνήθως διαφορετικές προδιαγραφές.
 - Ενώ ταυτόχρονα απαιτούν σύγχρονο τεχνολογικό υπόβαθρο.
- Το δίκτυο επικοινωνιών πρέπει να είναι σε θέση να υποστηρίξει το διαφορετικό χαρακτήρα των επικοινωνιών αυτών.
 - Με κυριότερο χαρακτηριστικό το πολύ μεγάλο πλήθος M2M συσκευών που πρέπει να εξυπηρετείται.
 - Ακόμα και σε περιορισμένο χωρικά περιβάλλον.

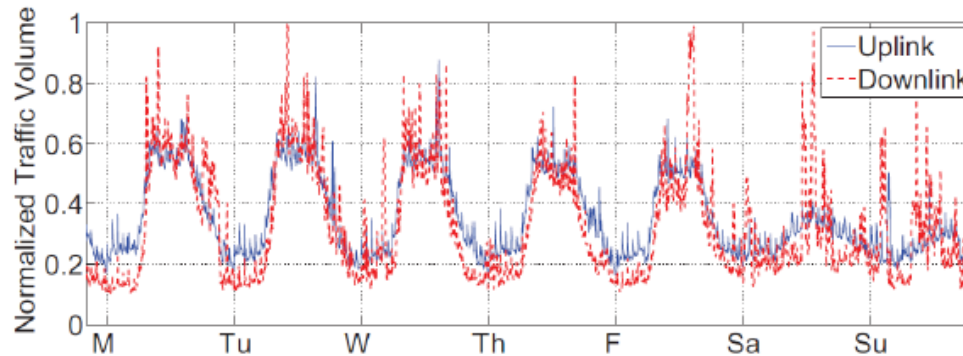


Χαρακτηριστικά M2M δικτύων και εφαρμογών

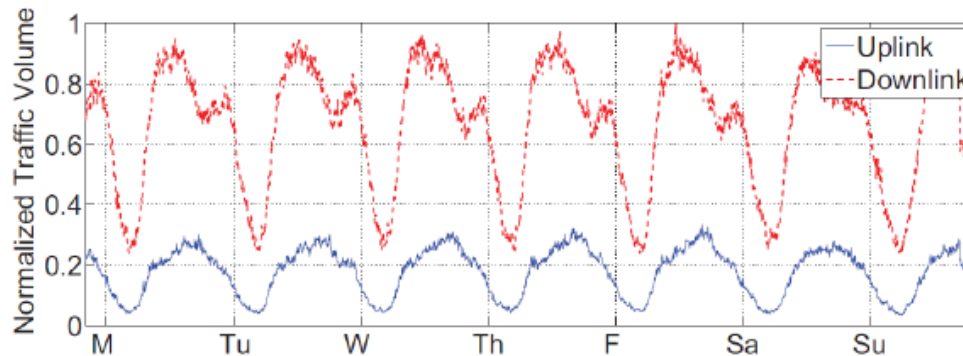
- Η κίνηση δεδομένων που παράγεται από τα δίκτυα M2M διαφέρει από τη γνωστή μέχρι τώρα κίνηση των έξυπνων συσκευών.
- Π.χ. η κίνηση upstream συνήθως υπερβαίνει την κίνηση downstream:



Χαρακτηριστικά M2M δικτύων και εφαρμογών



- Για λόγους σύγκρισης, στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η παραγόμενη από έξυπνα κινητά τηλέφωνα ροή κίνησης:



- Παρατηρείται ότι η downstream είναι τρεις φορές υψηλότερη από την αντίστοιχη upstream.
- Απαιτείται, λοιπόν, επανασχεδίαση ενός ήδη υπάρχοντος δικτύου με επικοινωνιών.
 - Ανακατανομή των φασματικών πόρων, που θα λαμβάνει υπόψη την ανάγκη κάλυψης των νέων αναγκών.

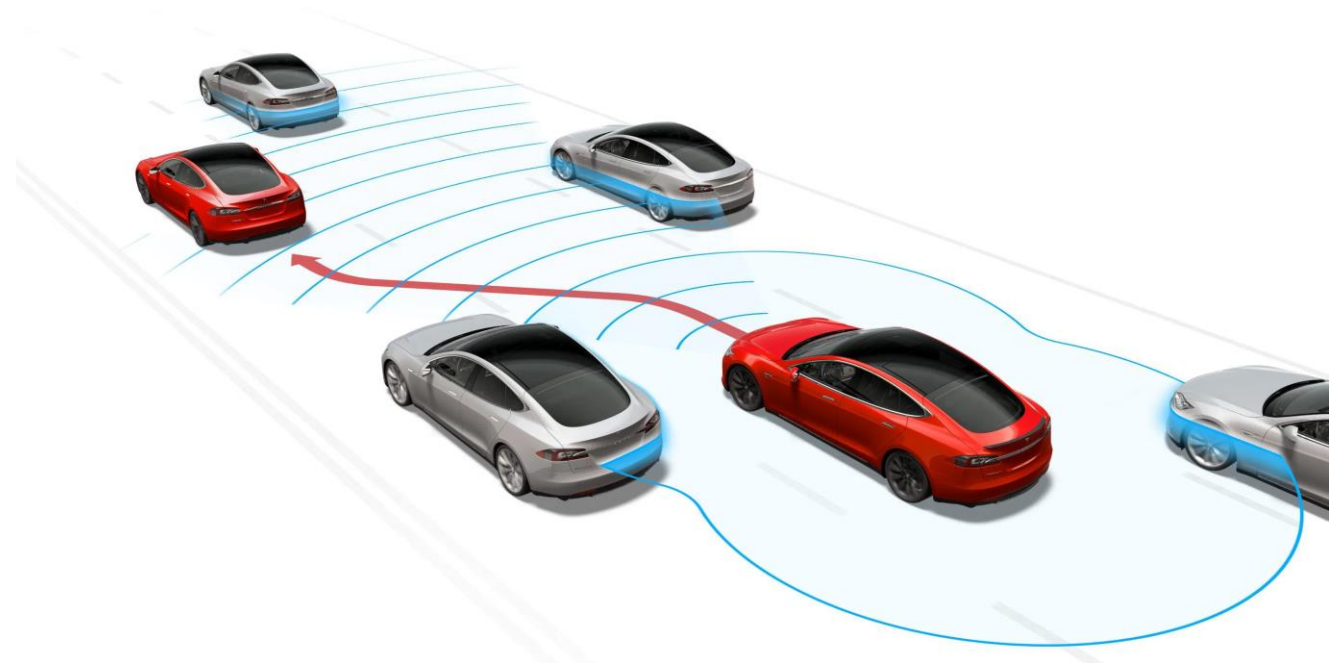
Χωρική εμβέλεια M2M εφαρμογών

- Οι υπάρχουσες εφαρμογές λειτουργούν με διαφορετική εμβέλεια.
- Η ομαδοποίηση εφαρμογών, ως προς τη χωρική έκταση που καταλαμβάνουν, είναι ιδιαιτέρως σημαντική για την ορθή σχεδίαση ή τροποποίηση ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου.
- Με κριτήριο τη γεωγραφική κατανομή τους, οι εφαρμογές M2M είναι δυνατό να κατηγοριοποιηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:
 - Σώματος–Body Area Networks.
 - Αισθητήρες σε ενδύματα, ιατρικοί αισθητήρες επί ή εντός του ανθρώπινου σώματος κλπ.
 - Προσωπικής περιοχής - Personal Area Networks.
 - Οχήματος–Vehicle Area Networks.
 - Έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται έξυπνα οχήματα (smart vehicles),
 - Έχοντας αυτοματοποιήσει λειτουργίες όπως η προειδοποίηση σύγκρουσης με ταυτόχρονη μείωση ταχύτητας του οχήματος, ενώ έχουν ήδη αρχίσει μελέτες που αφορούν αυτο-οδηγούμενα οχήματα.
 - Κατοικίας–Home Area Networks
 - Έξυπνα σπίτια (smart homes) τα οποία περιλαμβάνουν από πολλές συσκευές που υλοποιούν πλήθος διαφορετικών εφαρμογών, ψυχαγωγικές, ασφαλείας, ευφυούς μέτρησης προς εξοικονόμηση ενέργειας κλπ.
 - Πόλης –Metropolitan Area Networks
 - Έξυπνες πόλεις (smart cities) για την επίβλεψη και διαμόρφωση των κατάλληλων υποδομών με στόχο την εύρυθμη λειτουργία μιας πόλης.

| Δίκτυο | Εμβέλεια |
|---------------------|----------------------------|
| Σώματος | Έως 1m |
| Προσωπικής περιοχής | Έως 10m |
| Αυτοκινήτου | Στο σύνολο του αυτοκινήτου |
| Κατοικίας | Στο σύνολο της κατοικίας |
| Πόλης | Στο σύνολο της πόλης |

Διαφορετική ποιότητα υπηρεσιών (QoS)

- Ορισμένες εφαρμογές, όπως τα αυτόνομα οχήματα:
 - Απαιτούν υψηλή ποιότητα υπηρεσίας που ποσοτικοποιείται μέσω της
 - Σχεδόν μηδενικής καθυστέρησης επικοινωνίας.
 - Σχεδόν μηδενικής πιθανότητας απώλειας σύνδεσης με υπόλοιπο δίκτυο.



Προτεραιότητα εφαρμογών

- Με βάση την απαιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας:
 - Ανάγκη εισαγωγής προτεραιοτήτων για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα:

| Προτεραιότητα | Παράδειγμα Εφαρμογών |
|---------------|---|
| Πολύ Υψηλή | Βιοϊατρικοί αισθητήρες, συστήματα ασφαλείας |
| Υψηλή | Μετάδοση εικόνας πραγματικού χρόνου |
| Χαμηλή | Οποιαδήποτε εφαρμογή διαθέτει τη δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων και αποστολής τους σε μελλοντικό χρόνο ,πχ γεωπονικά στοιχεία , |

- Σε περίπτωση, δηλαδή, συμφόρησης στο δίκτυο απαιτείται:
 - Εφαρμογές που χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή προτεραιότητα:
 - Να διατηρούν αδιάλειπτη την επικοινωνία.
 - Εφαρμογές χαμηλής προτεραιότητας:
 - Να διακόπτουν την επικοινωνία τους μέχρι την αποσυμφόρηση του δικτύου.

Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας

- Λόγω του μεγάλου πλήθους των συσκευών M2M.
 - Καθώς και της δύσκολης πρόσβασης σε κάποιες από αυτές.
 - Πρέπει να εξασφαλιστεί η χαμηλότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.
- Νέες τεχνολογίες, όπως το LTE-M.
 - Στοχεύουν να προσφέρουν σε συσκευές M2M διάρκεια ζωής μεγαλύτερης των 10 ετών.



Ασφάλεια και επίβλεψη

- Η φύση των M2M εγκαταστάσεων:
 - Καθιστά τις εφαρμογές ευάλωτες σε επιθέσεις τόσο στο υλικό όσο και στο λογισμικό τους.
- Οι εφαρμογές πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύσουν απειλές ασφαλείας
 - και να προβαίνουν αυτόματα σε συγκεκριμένες ενέργειες ή να ενεργοποιούν τις κατάλληλες ειδοποιήσεις.
- Ταυτόχρονα, ο διαχειριστής του συστήματος:
 - Πρέπει να έχει τη δυνατότητα να επιβλέπει το σύνολο του δικτύου και των συσκευών M2M.



Χρονικά προγραμματισμένη κίνηση

- Ο χρονικός προγραμματισμός ορισμένων υπηρεσιών είναι καθοριστικής σημασίας.
- Σε κάποιες περιπτώσεις:
 - Οι χρονικές περίοδοι επικοινωνίας πρέπει να είναι σαφώς προκαθορισμένες.
- Ο προγραμματισμός, όμως, αυτός δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν περιπτώσεις υπηρεσιών που απαιτούν μετάδοση σε πραγματικό χρόνο,
 - ή έκτακτα γεγονότα που μπορούν να επηρεάσουν το φόρτο του δικτύου.



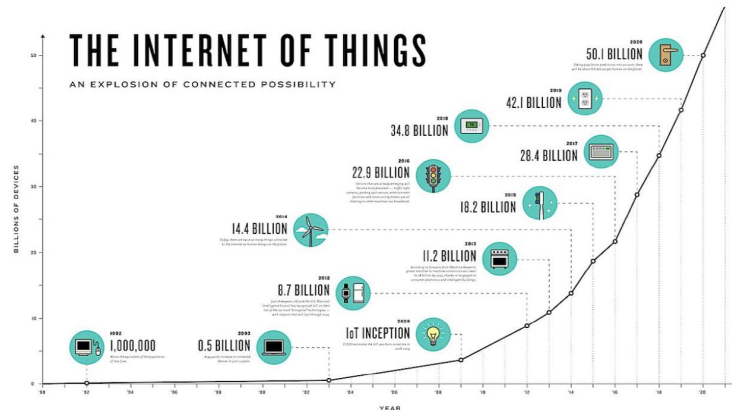
Εξαιρετικά χαμηλή καθυστέρηση απόκρισης δικτύου

- Πρέπει να μειωθεί ο χρόνος απόκρισης του δικτύου σε πολύ χαμηλά επίπεδα,
 - Της τάξης των ms.
 - Όστε να υποστηρίζονται απαιτητικές εφαρμογές και υπηρεσίες.
- Ενδεικτικό είναι ότι για οχήματα που κινούνται αυτόνομα ή για τον τηλεχειρισμό (π.χ. ιατρικών) μηχανημάτων απαιτείται χρόνος απόκρισης 1-10 ms.



Ανάλυση αγοράς

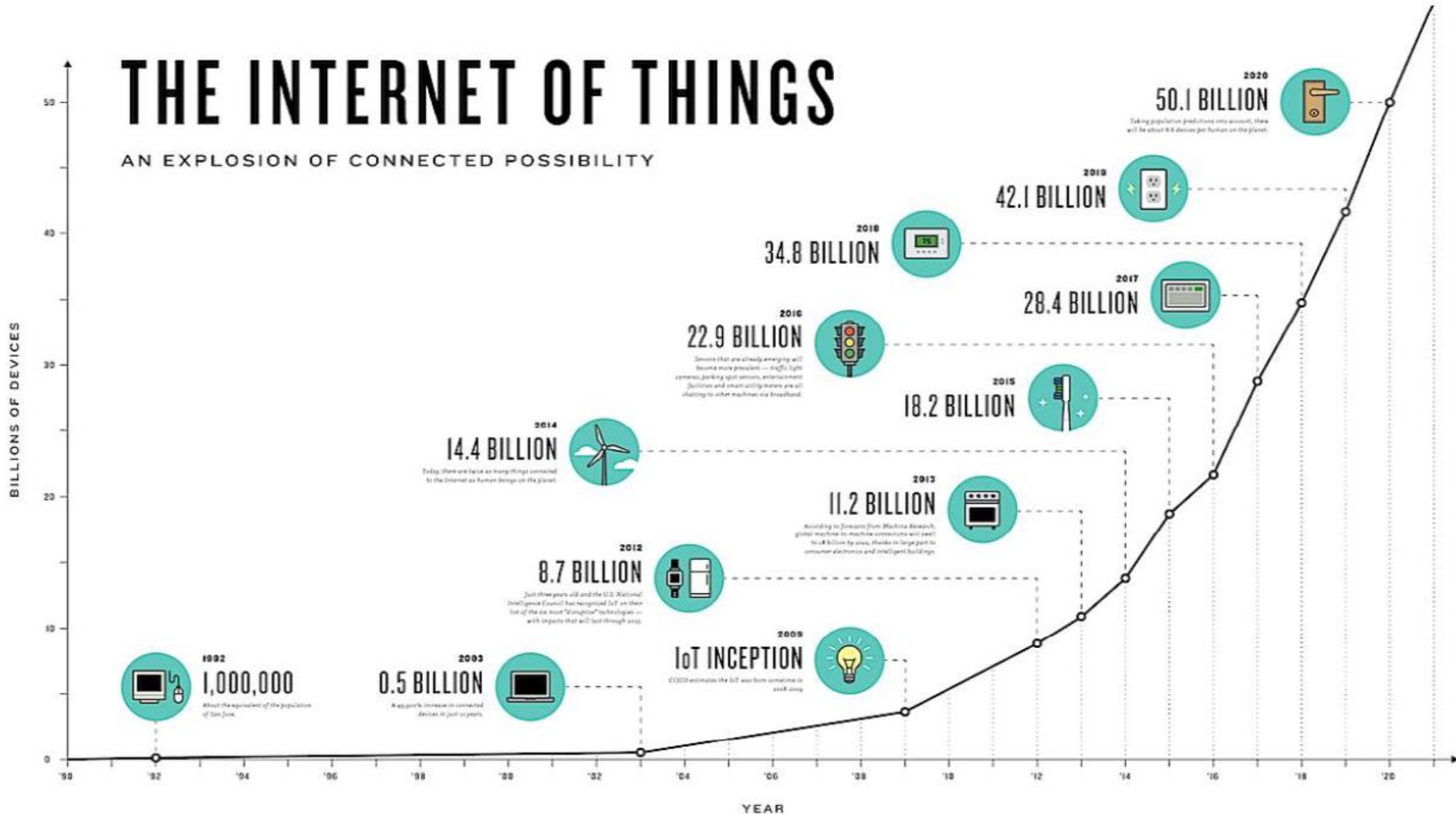
- Η εξέλιξη των M2M συσκευών και υπηρεσιών:
 - Έχει οδηγήσει πλήθος εταιριών στην ανάλυση της υπάρχουσας αγοράς,
 - καθώς και στην πρόβλεψη των μελλοντικών μεγεθών που αφορούν τις Machine Type Communications (MTC).
- Οι πρώτες εκτιμήσεις προβλέπουν:
 - Σημαντικά οικονομικά οφέλη.
 - Ευκαιρίες για μελλοντικές επενδύσεις στον χώρο των τηλεπικοινωνιών.
- Το κυριότερο στοιχείο:
 - Είναι ότι οι M2M υπηρεσίες θα αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι τηλεπικοινωνίες.



Ανάλυση αγοράς

THE INTERNET OF THINGS

AN EXPLOSION OF CONNECTED POSSIBILITY



Γενικά στοιχεία για τη διασύνδεση στο Διαδίκτυο

- 3.9 δις διασυνδεδεμένοι χρήστες έως το 2019 παγκοσμίως.
 - Ενώ το 2014 υπήρχαν 2.8 δις.
- 24.5 δις συσκευές με πρόσβαση στο διαδίκτυο παγκοσμίως.
 - 14.2 δις το 2014.
- Η κίνηση δεδομένων στο Διαδίκτυο είχε τριπλάσιο όγκο το 2019.
 - Σε σχέση με το 2014 παγκοσμίως.

Γενικά στοιχεία για τα δίκτυα κινητών τηλεπικοινωνιών

- 5.2 δις χρήστες κινητών τηλεφώνων το 2019 σε παγκόσμιο επίπεδο.
 - Το 2014 υπήρχαν 4.3 δις ενώ το 2013 3.9 δις παγκοσμίως.
- Ο όγκος της κίνηση στα δίκτυα κινητών τηλεπικοινωνιών είχε δεκαπλασιαστεί μέχρι το 2019.
 - Συγκριτικά με τα δεδομένα του 2014 σε παγκόσμιο επίπεδο.
- Το 59% των τηλεπικοινωνιακών συνδέσεων το 2019 είναι «έξυπνες».
 - Το 2014 το ποσοστό αυτό ανερχόταν σε 26%.

Γενικά στοιχεία για τα δίκτυα M2M

- Η κίνηση που προκαλείται από M2M αναμένεται το 2019 ήταν 36 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το 2014
 - Αναλογεί σε Ετήσιο Ρυθμό Ανάπτυξης 103%.
- Η κίνηση από M2M το 2019 ήταν περίπου 1.2 Exabytes ανά μήνα παγκοσμίως.
- Η κίνηση προερχόμενη από M2M το 2019 αντιστοιχεί σε ποσοστό 5% της συνολικής κίνησης στο παγκόσμιο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.
 - Το 2014 τα ποσοστά αυτά ήταν 1.37%.
- Οι διασυνδεδεμένες M2M συσκευές στο παγκόσμιο δίκτυο κινητών τηλεπικοινωνιών αποτελούν το 28.2 % των συσκευών σε παγκόσμιο επίπεδο (για το έτος 2019).
 - Αντίστοιχα, το 2014 το ποσοστό αυτό διαμορφώθηκε σε 6.6%
- Η μέση συσκευή M2M παράγαγε περίπου 320MB κίνησης ανά μήνα το 2019.
 - ενώ το 2014 το μέγεθος αυτό ήταν 60 MB.

Συμπεράσματα

- Αύξηση του αριθμού των χρηστών καθώς αναπτύσσονται υποδομές για τηλεπικοινωνιακά δίκτυα,
- Τα δίκτυα εξελίσσονται και ο αριθμός συσκευών ανά χρήστη αυξάνεται.
 - Συγκεκριμένα, η διείσδυση των κινητών τηλεφώνων σε παγκόσμιο επίπεδο για την τρέχουσα χρονική περίοδο κυμαίνεται σε ποσοστό περίπου 70 % του παγκόσμιου πληθυσμού.
- Πολύ σημαντική αναμένεται να είναι η εισαγωγή τεχνολογιών όπως το 5G και το Cloud.
 - Με τους χρήστες να θέλουν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους από οποιαδήποτε συσκευή.
- Όσον αφορά τις M2M συσκευές:
 - Η μαζική είσοδος τους στην αγορά αναμένεται να δημιουργήσει σημαντικές ευκαιρίες για επενδύσεις.
- Ταυτόχρονα, απαιτείται επανασχεδιασμός υπάρχοντων υποδομών επικοινωνιών.
 - με γνώμονα την επίδραση που αναμένεται από την εξέλιξη των M2M.

