

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
<i>Summary</i>	6
Κεφάλαιο 1.0 - Internet of Things/Εισαγωγή.....	7
1.1 - Internet of Things/Μια ιστορική αναδρομή από το χθες στο σήμερα.....	9
<i>Γενηθῆτω φως· και εγένετο φως</i>	15
1.2 - Internet of Things/Αναφορά Βιβλιογραφίας.....	17
Κεφάλαιο 2.0 - Τι δεν είναι το Internet of Things;.....	18
2.1 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Εισαγωγή.....	19
2.1.1 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Λειτουργία.....	21
2.1.2 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Μοντέλα Πρακτικής Εφαρμογής.....	23
2.1.3 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Μοντέλα Παροχής Υπηρεσιών..	25
2.1.4 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Μοντέλα Τιμολογιακής Πολιτικής.....	26
.....	27
2.2.1 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Fog Computing/Εισαγωγή.....	27
2.2.2 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Fog Computing/Λειτουργία.....	28
2.3 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Συμπέρασμα.....	31
2.4 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Αναφορά Βιβλιογραφίας.....	37
Κεφάλαιο 3.0 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things.....	39
3.1 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα.....	40
3.1.1 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα/Συσκευή προς Συσκευή.....	40
3.1.2 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα/Συσκευή προς Cloud – Gateway.....	43
3.1.3 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα/Μοντέλο Ανταλλαγής Δεδομένων.....	49
Κεφάλαιο 4.0 - Internet of Things και Edge Computing.....	53
4.1 - Internet of Things και Edge Computing/Εφαρμογή Edge Computing με το IoT.....	54
4.2 - Internet of Things και Edge Computing/Αναφορά Βιβλιογραφίας.....	56
Κεφάλαιο 5.0 - Προσομοιωτές Internet of Things.....	57
5.1 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εισαγωγή στο Contiki-Cooja.....	60
5.1.1 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εισαγωγή στο Contiki-Cooja/Τι το κάνει και κερδίζει τόση μεγάλη προσοχή και να χαίρει τόση μεγάλη υποστήριξης;.....	61
5.1.2 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εισαγωγή στο Contiki-Cooja/Που γίνεται χρήση του και ποιά είναι η χρησιμότητα του;.....	62
5.2 - Προσομοιωτές Internet of Things/Οδηγός Εγκατάσταση.....	63
5.3 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εκτέλεση Εφαρμογών στον Cooja/Μια πρώτη Επαφή.....	84
5.4 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εκτέλεση Εφαρμογών στον Cooja/example-neighbours.....	91
5.4.1 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εκτέλεση Εφαρμογών στον Cooja/example-	

websence.....	101
5.5 - Προσομοιωτές Internet of Things/Αναφορά Βιβλιογραφίας.....	111
Κεφάλαιο 6.0 - Internet of Things/Τέλος Ταξιδιού.....	112

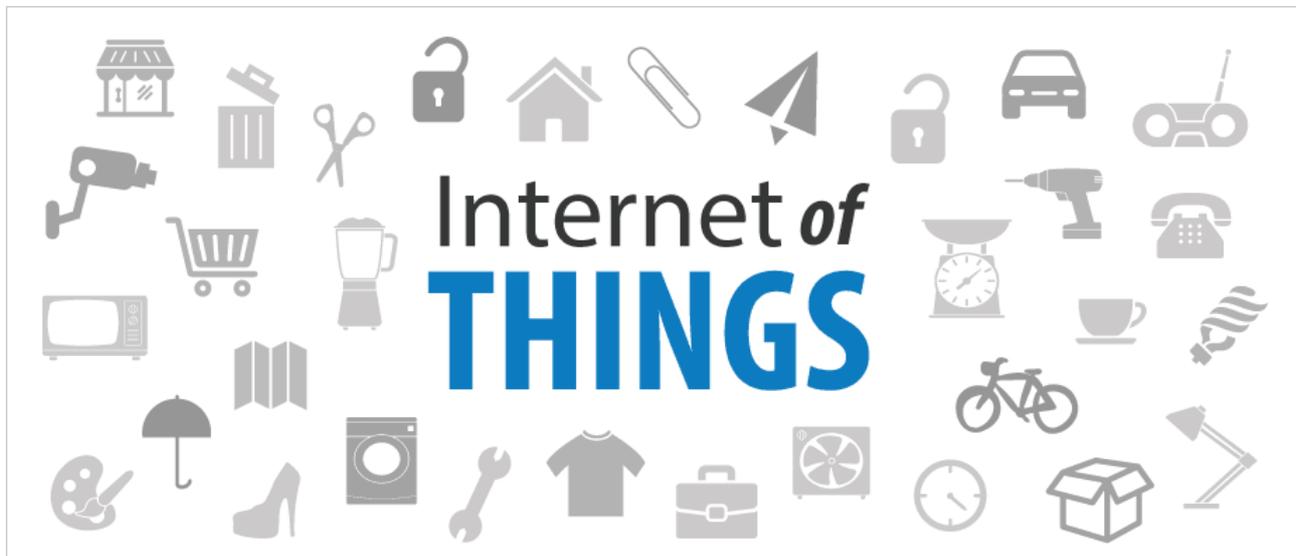
Περίληψη

Η παρούσα μελέτη που διεξήχθη μέσα στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας με θέμα <<Το Internet των πραγμάτων>> περιλαμβάνει μια ιστορική αναδρομή, δηλαδή πώς εξελίχθηκε η τεχνολογία για να μπορέσει να δημιουργηθεί αυτό που λέμε σήμερα το internet των πραγμάτων. Σε ένα κόσμο που τα πάντα συνδέονται με τα πάντα, μας γενάτε το ερώτημα τι δεν είναι το Internet των πραγμάτων. Για το λόγο αυτό ερευνούμε έννοιες όπως είναι το Cloud Computing και το Fog Computing για να μπορέσουμε να απαντήσουμε πλέον με σιγουριά στο ερώτημα. Μέσα στην μελέτη συμπεριλαμβάνονται, επίσης, κάποιες βασικές έννοιες όπως είναι η συνδεσιμότητα. Στόχος μας είναι να κατανοήσουμε όλες εκείνες τις τεχνολογίες δικτύου που υπάρχουν και μας συνδέουν και θα μας συνδέσουν στο μέλλον ακόμα καλύτερα και ακόμα πιο κοντά με αυτό τον καινούργιο κόσμο των πραγμάτων. Ακόμα δίνουμε έμφαση στην σχέση που μπορεί να έχει το Edge Computing με τα πράγματα και το πώς αυτό μας βοηθάει στο να μειώσουμε το κόστος επεξεργασίας και να αποσυμφορήσουμε τα παγκόσμια δίκτυα από της δισεκατομμύρια συσκευές που θα το κατακλίσουν. Επίσης εργαζόμαστε πάνω στον προσομοιωτή Contiki-Cooja και αυτό μας βοηθάει να δημιουργήσουμε μια καλύτερη εικόνα για αυτόν τον μικρό κόσμο των αισθητήρων. Τέλος καταλήγουμε και δίνουμε τα δικά μας συμπεράσματα και δίνουμε έμφαση σε κύρια σημασίας πράγματα τα οποία θα ενισχύσουν την ενεργή συμμετοχή των “πραγμάτων” στην ζωή μας και θα την καλυτερέψουν με τρόπο που σήμερα δεν έχουμε φανταστεί.

Summary

This study, which was conducted in the framework of the dissertation on "The Internet of Things", includes a historical retrospection, ie how technology evolved to enable us to create what we are talking about today's Internet of Things. In a world where everything is connected to everything, you ask us what is not the Internet of Things. That's why we're exploring concepts such as Cloud Computing and Fog Computing to be able to answer the question with confidence. The study also includes some basic concepts such as connectivity. Our goal is to understand all of the network technologies that exist and connect us and will connect us in the future even better and even closer to this new world of things. We also emphasize how Edge Computing can relate to things and how this helps us reduce processing costs and decongest global networks from the billions of devices that will flood it. We also work on the Contiki-Cooja simulator and this helps us to create a better picture for this small world of sensors. Finally, we conclude and draw our own conclusions and emphasize the main things that will enhance the active participation of "things" in our lives and will improve it in a way that we have not imagined today.

Κεφάλαιο 1.0 - Internet of Things/Εισαγωγή

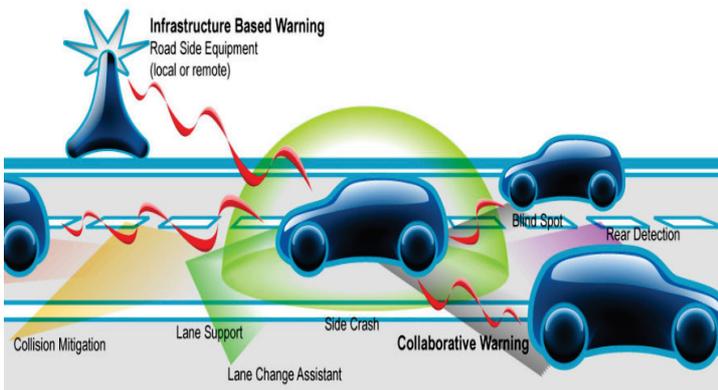


Τα τελευταία χρόνο ακούμε όλο και πιο συχνά για το Internet of Things. Το ίντερνετ των πραγμάτων, το ερώτημα είναι ποιών πραγμάτων; Μία είναι η απάντηση. Όλα ! Είναι γεγονός και γίνεται κατανοητό ότι όσο περνάει ο καιρός τόσο θα το ακούμε όλο και πιο συχνά. Ο λόγος είναι η ιδέα του Internet of Things. Η ιδέα είναι η δυνατότητα σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους αλλά και με το ίντερνετ. Σκοπό του είναι η ανάλυση δράσεων για να διαμορφώσει τα υφιστάμενα επιχειρηματικά μοντέλα με επίκεντρο την πρόσβαση, την αποτελεσματικότητα και την στρατηγική λήψη αποφάσεων. Πώς μεταφράζεται αυτό στην καθημερινότητα; Για παράδειγμα οι λιανοπωλητές καμιά φορά λαμβάνουν τις επιχειρηματικές αποφάσεις τους με βάση την εμπειρία τους. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν έχουν κάποιο 'μέσον' να τους βοηθήσει να διευρύνουν την εικόνα που έχουν για να μπορούν να λάβουν πιο ολοκληρωμένες αποφάσεις με αποτέλεσμα να μην είναι και ο πιο βέλτιστος τρόπος διαχείρισης και σαφώς επηρεάζει την παραγωγικότητα. Εδώ μπαίνει το IoT για να αλλάξει τα δεδομένα. Είναι το εργαλείο που εξασφαλίζει στον επιχειρηματία αξιόπιστα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Αναλύοντας αυτά τα δεδομένα, όχι μόνο μπορούν να δημιουργήσουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα από νέες πηγές δεδομένων αλλά μπορούν να επιφέρουν τις καλύτερες δυνατές λύσεις. Επιχειρηματικές λύσεις που όχι μόνο μπορούν να σώσουν μια κατάσταση αλλά να αυξήσουν και την συνολική εικόνα της επιχείρησης. Το IoT δεν σταματάει εκεί. Μπορεί να βοηθήσει την καθημερινότητα του απλού ανθρώπου, ώστε με την αξιοπιστία των δεδομένων που του προσφέρονται να μπορεί να ελέγξει και να

διαχειριστεί με τέτοιο έξυπνο τρόπο την ζωή του ώστε να γίνει αποδοτική και εύκολη.

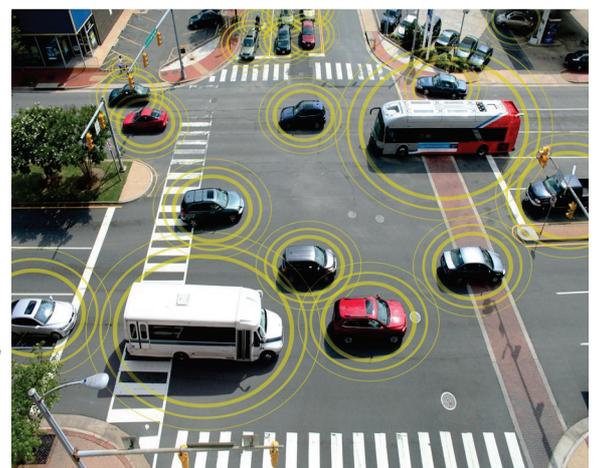


Παράδειγμα ένα έξυπνο σπίτι να χρησιμοποιεί αισθητήρες (sensors) για την αυτόματη ρύθμιση της θέρμανσης ή του φωτισμού. Άλλο παράδειγμα είναι εταιρείες που αναλαμβάνουν την εγκατάσταση ανελκυστήρων σε μεγάλα εμπορικά κέντρα θα μπορούν με ειδικούς αισθητήρες να γνωρίζουν άμεσα την κατάσταση λειτουργίας τους και αν χρειάζονται συντήρηση ή επισκευή και να προειδοποιεί το προσωπικό συντήρησης για μία επικείμενη βλάβη. Φυσικά είναι κάτι περισσότερο από μια ευκολία!



Φανταστείτε συνδεδεμένα αυτοκίνητα να μπορούν να «επικοινωνούν» μεταξύ τους και να κρατάνε αποστάσεις ασφαλείας, καθώς και να ενημερώνουν την τροχιά και τους άλλους οδηγούς για την κίνηση στους δρόμους.

Συνδεδεμένα μέσα μαζικής μεταφοράς θα σου επιτρέπουν να γνωρίζεις το πότε ακριβώς θα βρίσκονται στη στάση σου. Διανομείς τροφίμων να μπορούν να δουν ανά πάσα στιγμή και σε κάθε κατεύθυνση την τρέχουσα θέση του φορτίου, τον αναμενόμενο χρόνο άφιξης στον προορισμό του, τις συνθήκες του φορτίου (θερμοκρασία, υγρασία κτλ) αλλά και την κατάσταση των τροφών για τυχών αλλοιώσεις ενημερώνοντας τον προμηθευτή, τον παραλήπτη και τις αρμόδιες υγειονομικές αρχές ότι το φορτίο αυτό πρόκειται να παραδοθεί ώστε να προβούν στις κατάλληλες ενέργειες και ελέγχους ώστε να διασφαλίζεται ότι τα προϊόντα θα φτάσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και στην καλύτερη δυνατή



κατάσταση στον καταναλωτή απορρίπτοντας κάτι λιγότερο από αυτό, διασφαλίζοντας αποδεδειγμένα την καλύτερη ποιότητα. Οι πιθανές χρήσεις του είναι άπειρες...



Με απλά λόγια το Internet of Things είναι το τεχνολογικό άλμα που θα βελτιώσει την ζωή όλων. Από τα κινητά τηλέφωνα και τα wearables μέχρι τις συσκευές έξυπνων σπιτιών ή ακόμη και τα μηχανήματα στις βιομηχανίες που μπορούν να εκμεταλλευτούν τις

δυνατότητες της τεχνολογίας IoT. Αυτό μας ανεβάζει σε ένα νέο επίπεδο. Μην ξεχνάμε ότι ζούμε σε έναν κόσμο που είναι όλο και πιο συνδεδεμένος με την τεχνολογία.

1.1 - Internet of Things/Μια ιστορική αναδρομή από το χθες στο σήμερα



Κάποτε η ανθρωπότητα ζούσε ανέμελη ζωή. Οι ανάγκες όμως ήταν πολλές και η επιβίωση προτακτικός παράγων. Η αγροτική επανάσταση ήρθε να βάλει το τέλος της νύχτας και να χαράξει την αυγή μιας νέας εποχής. Η ανακάλυψη του ατμού σημάδεψε την δεύτερη βιομηχανική επανάσταση. Και ύστερα ήρθε το φως. Η ανακάλυψη του ηλεκτρισμού οδήγησε την τρίτη επιστημονική επανάσταση. Αυτός ο μαζικός κεραυνός άλλαξε συθέμελα την ανθρωπότητα. Τίποτα δεν θα έμοιαζε όπως πρώτα. Η έλευση της Πληροφορικής, της Βιοτεχνολογίας, της Μοριακής Βιολογίας επέφεραν τόσο μεγάλη γεωμετρική πρόοδο που οδήγησαν στην τέταρτη τεχνολογική επανάσταση. Με κάθε τρόπο ο άνθρωπος ξεπέρασε κάθε προσδοκία και όλα αυτά τα έκανε μονάχα για έναν λόγο. Για να καλυτερέψει την ζωή του.

Όμως οι ανάγκες συνεχίζουν να αυξάνονται καθώς αυξάνεται και η ανθρωπότητα. Το 2017 σύμφωνα με το Worldometers και το γραφείο απογραφών των ΗΠΑ (USA Census Bureau) ο παγκόσμιος πληθυσμός υπολογίζεται στα 7,45 δισεκατομμύρια. Ο παγκόσμιος πληθυσμός σημειώνει συνεχή αύξηση από τον 14ο αιώνα. Οι υψηλότεροι ρυθμοί αύξηση του πληθυσμού, πάνω από 1,8% ανά έτος, καταγράφηκαν για λίγα χρόνια τη δεκαετία του 1950 και λίγο μεγαλύτερο διάστημα την εικοσαετία 1960-1980 (με μέγιστο ετήσιο ρυθμό 2,2% το 1963). Στη συνέχεια μειώθηκαν ως το 1,1% μέχρι το 2012. Ο ετήσιος αριθμός των γεννήσεων έχει μειωθεί σε 140 εκατομμύρια από ένα μέγιστο 173 εκατομμυρίων στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και προβλέπεται να παραμείνει σταθερός, ενώ οι θάνατοι αριθμούν 57 εκατομμύρια κάθε χρόνο και προβλέπεται να αυξηθούν σε 80-εκατομμύρια το χρόνο ως το έτος 2040. Φαίνεται ότι υπάρχει συνεχιζόμενη αύξηση του πληθυσμού (αλλά με σταθερή πτώση του ποσοστού στην ετήσια αύξηση) με τον πληθυσμό να φθάνει μεταξύ 9,4 και 10,2 δισεκατομμυρίων το έτος 2050. Έτσι λοιπόν καταλαβαίνουμε ότι υπήρχε και υπάρχει ακόμα η ανάγκη για μια τεχνολογία που θα εξυπηρετεί και θα βελτιώσει τις ζωές όλων.

Έτσι για πρώτη φορά ξεκίνησε να αναπτύσσεται ανάμεσα στην επιστημονική κοινότητα η ιδέα του IoT περίπου το 1982. Όμως η ανάγκη της τεχνολογίας αυτής ξεκίνησε πολύ πιο νωρίς.

Το **1832** δημιουργήθηκε ένας ηλεκτρομαγνητικός τηλεγράφος από τον Baron Schilling στην Ρωσία και το 1833 ο Carl Friedrich Gauss και ο Wilhelm Weber εφευρίσκουν τον δικό τους κώδικα για να επικοινωνούν σε απόσταση 1200 μέτρων στο Γκέτινγκεν της Γερμανίας.

Το **1844** ο Σαμουήλ Μορς στέλνει το πρώτο μήνυμα σε κώδικα Morse.

Το **1926** ο Νίκολα Τέσλα σε συνέντευξη του με το περιοδικό Colliers δήλωσε "Όταν η ασύρματη εφαρμογή εφαρμοστεί τέλεια, ολόκληρη η γη θα μετατραπεί σε έναν τεράστιο εγκέφαλο, που στην πραγματικότητα όλα θα είναι σωματίδια ενός πραγματικού και ρυθμικού συνόλου. Θα είμαστε σε θέση να επικοινωνούμε μεταξύ μας αμέσως, ανεξάρτητα από την απόσταση. Όχι μόνο μέσω τηλεόρασης και τηλεφωνίας, θα δούμε και θα ακούσουμε ο ένας τον άλλον τόσο απόλυτα όπως όταν βρισκόμαστε αντιμέτωποι πρόσωπο με πρόσωπο, παρά τις παρεμβάσεις χιλιάδων μιλίων και τα όργανα από τα οποία θα μπορούσαμε να το

πραγματοποιήσουμε θα είναι εκπληκτικά απλά σε σύγκριση με τα παρόν τηλέφωνα. Ένας άνδρας θα μπορεί να το μεταφέρει στην τσέπη του.”

Το **1949** σχεδιάστηκε ο πρώτος γραμμικός κώδικας (barcode) όταν ο 27χρονος Norman Joseph Woodland τραβάει τέσσερις γραμμές στην άμμο σε μια παραλία του Μαϊάμι. Το 1950 οι μηχανικοί της IBM χρειάστηκε με κάποιο τρόπο να δώσουν κάποιο στοιχείο στα μηχανήματα που χρησιμοποιούσαν έτσι ώστε να είναι το καθένα μοναδικό για να αναγνωρίζεται εύκολα. Έτσι ο Woodland, ο οποίος αργότερα έγινε μηχανικός της IBM, έλαβε (μαζί με τον Bernard Silver) το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για γραμμικό γραμμικό κώδικα το 1952. Και έτσι ανακαλύφτηκε το barcode Πάνω από είκοσι χρόνια αργότερα, ένας άλλος μηχανικός της IBM, ο George Laurer, ήταν ένας από τους υπεύθυνους για τη βελτίωση της ιδέας και χρήσης της, για τα σούπερ μάρκετ.

Το **1950** ο Alan Turing στο άρθρο του Υπολογιστικές Μηχανές και Νοημοσύνη στο περιοδικό Mind Journal της Οξφόρδης αναφέρει “... μπορεί επίσης να υποστηριχθεί ότι είναι καλύτερο να παρέχεται στο μηχάνημα τα καλύτερα όργανα αίσθησης που μπορούν να αγοράσουν τα χρήματα και στην συνέχεια να του διδάξουν να καταλαβαίνει και να μιλάει αγγλικά και να ακολουθεί την φυσιολογική διδασκαλία ενός παιδιού.”

Το **1955** ο Edward O. Thorp σχεδιάζει τον πρώτο φορητό υπολογιστή, μια αναλογική συσκευή, που μπορούσε να την φοράς στον καρπό (Όπως τα σημερινά wearables) και το χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά για την πρόβλεψη τροχών ρουλέτας στο Λας Βέγκας. Αναπτύχθηκε περαιτέρω με τη βοήθεια του Claude Shannon, δοκιμάστηκε ο καλοκαίρι του 1961, αλλά η ύπαρξή του αποκαλύφθηκε μόλις το 1966.

Το **1964** ο Μάρσαλ Μακλουάν δήλωσε “... μέσω των ηλεκτρικών μέσων, δημιουργήσαμε μια δυναμική με την οποία όλες οι προηγούμενες τεχνολογίες συμπεριλαμβανόμενων και των πόλεων, θα μεταφραστούν σε συστήματα πληροφοριών”.

Το **1966** ο Karl Steinbuch, πρωτοπόρος στην επιστήμη των υπολογιστών είπε “Σε λίγες δεκαετίες, οι υπολογιστές θα συνενωθούν σε σχεδόν κάθε βιομηχανικό προϊόν.”

Το **1967** ο Morton Heilig εφευρίσκει την πρώτη συσκευή γυαλιών που βοηθούσε τα άτομα με ειδικές ανάγκες να μπορούν να διαβάζουν τα χείλοι. Το ίδιο έκανε και η Google με την έμπνευση του Heilig και την βοήθεια της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργούρησε τα Google Glass το 2011.

Την ίδια χρονιά δημιουργήθηκε το πρώτο δίκτυο. Ονομάστηκε ARPANET. Σκοπό του ήταν η ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στις στρατιωτικές βάσεις των ΗΠΑ. Σήμερα είναι ο προκάτοχος του σημερινού Διαδικτύου

Στις **29 Οκτωβρίου του 1969** το πρώτο μήνυμα αποστέλλεται μέσω του ARPANET και μαζί με το πρώτο μήνυμα ξεκινάει η εποχή του internet.

Το **1974-1989** ήταν η γενιά του Internet. Μαζί με αυτό ήρθε η ανάγκη δημιουργίας κοινών κανόνων, δηλαδή πρωτόκολλα. Το 1974 ήταν οι αρχές του TCP ([Transmission Control Protocol](#)-Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς).

και το 1978 συνενώθηκε με ένα άλλο πρωτόκολλο, το IP ([Internet Protocol](#) – Πρωτόκολλο Διαδικτύου). Έτσι δημιουργήθηκε το TCP/IP. Το 1984 δημιουργήθηκε το DNS ([Domain Name System](#) - Σύστημα Ονομάτων Τομέων ή Χώρων ή Περιοχών).

Το 1989 ο Tim Berners-Lee δημιουργεί το WWW([World Wide Web](#) – Παγκόσμιος Ιστός). Το πιο παλιό και βασικό από όλα είναι το TCP/IP. Έχει περάσει φουρτούνες και φουρτούνες όμως κρατάει ακόμα και στις μέρες μας και αναμένεται να κρατήσει ακόμα αναβαθμίζοντας και βελτιώνοντας τις υπηρεσίες του με το πέρασμα του χρόνου. Μπορεί να πει κανείς, ότι η γενιά του Internet έπαιξε σημαντικό αν όχι καθοριστικό ρόλο στην διαμόρφωση του δικτύου και του διαδικτύου όπως το ξέρουμε εμείς σήμερα.

Το **1991** στην Ubicomp Paper ο Mark Weiser αναφέρει στο άρθρο του “Οι πιο βαθιές τεχνολογίες είναι εκείνες που εξαφανίζονται. Συνυπάρχουν στον ιστό της καθημερινής ζωής ώσπου δεν διακρίνονται από αυτήν”. Στο άρθρο του περιγράφει την εξέλιξη των υπολογιστών στο 21 αιώνα και χρησιμοποιούσε διαδεδομένους όρους του σήμερα “ενσωματωμένα συστήματα” και “επαυξημένης πραγματικότητα”.

Την επόμενη χρονιά δημιουργήθηκε η πρώτη [ιστοσελίδα](#) από τον δημιουργό του WWW (Tim Berners-Lee).

Το **1993** δημιουργήθηκε από τους Quentin Stafford-Fraser και Paul Jardetzky το Trojan Room Coffee Pot βρίσκοντας στο “Τρωικό Δωμάτιο” στο εργαστήριο

υπολογιστών του Πανεπιστημίου του Cambridge και χρησιμοποιήθηκε για να παρακολουθεί τα επίπεδα του καφέ με μία εικόνα να ενημερώνεται κάθε 3 φορές το λεπτό και να αποστέλλεται στον διακομιστή κτιρίων. Αργότερα τοποθετήθηκε στο διαδίκτυο για προβολή όταν οι φυλλομετρητές είχαν την δυνατότητα να προβάλλουν εικόνες.

Την επόμενη χρονιά ο Steve Mann δημιουργεί το WearCam. Ήταν ένα πείραμα συνδεσιμότητας και έκλεισε το 1996 λόγω της κακής σύνδεσης του δικτύου. Σκοπός του ήταν η ανάπτυξη του αλγορίθμου συνθέσεως [εικόνας πενικογραφίας](#) που συγκεντρώνει τις εικόνες που μεταδίδονται από το φορητό υπολογιστή στο σταθμό βάσης.

Το **1995** IEEE διοργάνωσε το διεθνές συνέδριο με θέμα τα wearable computers. Στην ίδια χρονιά η γερμανική εταιρεία Siemens έβγαλε στην αγορά το πρώτο ενσωματωμένο που δίνει την δυνατότητα στα συστήματα της βιομηχανίας να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω κινητών δικτύου τεχνολογίας GSM.

Το **1997** με το προφητικό [άρθρο](#) του ο Paul Saffo με τίτλο Αισθητήρες: Το επόμενο κύμα της καινοτομίας στην τεχνολογία της πληροφορίας. Έκανε προβλέψεις για τα επόμενα 10 χρόνια.

Ένα χρόνο αργότερα το **1998** παρουσιάζεται στο MIT μια εργασία με την ονομασία [inTouch](#) από τους Scott Brave και Andrew Dahley και τον καθηγητή Hiroshi Ishii η οποία παρουσιάζει ένα καταναμημένο σύστημα για αστική επικοινωνία μεγάλων αποστάσεων από ένα απλό τηλέφωνο.

Την ίδια χρονιά λίγο πριν χάσει την μάχη με τον καρκίνο ο Mark Weiser κατασκευάζει την τεχνολογία πανταχού παρουσίας υπολογιστικής ([Ubiquitous Computing](#)). Συνδιάζει την τεχνολογία λογισμικού και την επιστήμη των υπολογιστών έτσι ώστε ο υπολογιστής να μπορεί να εφαρμοστεί παντού σε οποιαδήποτε συσκευή σε οποιαδήποτε τοποθεσία σε οποιαδήποτε κατάσταση. Κατά την παρουσίαση της τεχνολογίας αυτής ο Weiser γράφει "...η πανταχού παρουσίας υπολογιστικής είναι σχεδόν αντίθετο της εικονικής πραγματικότητας. Όταν η εικονική πραγματικότητα βάζει τους ανθρώπους μέσα σε έναν κόσμο που παράγεται από υπολογιστή, η πανταχού παρουσία υπολογιστικής αναγκάζει τον υπολογιστή να ζήσει εδώ με τους ανθρώπους".

Στα τέλη της δεκαετίας του **1990** γεννήθηκε ο όρος του Internet of Things από τον επιχειρηματία Kevin Ashton ο οποίος είναι ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID

Center στο MIT, ήταν μέρος μιας ομάδας που ανακάλυψε τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα με το διαδίκτυο μέσω μιας ετικέτας RFID. (Radio Frequency Identification, ταυτοποίηση μέσω [ραδιοσυχνότητων](#).) Η τεχνολογία RFID δημιουργήθηκε από τον Mario Cardullo το 1973 επιτρέπει την ασύρματη και παθητική ανάγνωση/εγγραφή δεδομένων σε συσκευές. Λειτουργεί όπως οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα και χρησιμοποιείται για να αναγνωριστούν αυτόματα αντικείμενα και ουσιαστικά το επακόλουθο της τεχνολογικής εξέλιξης των γραμμικών κωδικών(barcode).Είναι μια τεχνολογία συμβατή με την ιδέα του IoT και την συναντάμε κυρίως σήμερα σε όλα σχεδόν τα καταστήματα. Είναι αυτό το ταμπελάκι ασφαλείας που χρησιμοποιούν οι έμποροι για να αποτρέψουν τυχών κλοπές. Ο Kevin Ashton έχει δηλώσει ότι χρησιμοποίησε πρώτη φορά τη φράση “Internet of Things” στην παρουσίαση που έκανε στην *Procter & Gamble (P & G)* το 1999. Έτσι έμεινε ο όρος αυτός και χρησιμοποιείται από τότε.

Στην ίδια χρονιά ο Neil Gershenfeld στο βιβλίο του με τίτλο” Όταν τα πράγματα αρχίζουν να σκέφτονται” αναφέρει “Εκ των υστέρων , φαίνεται ότι η ταχεία ανάπτυξης του Παγκόσμιου Ιστού ίσως αποτέλεσε το φορτίο ενεργοποίησης που τώρα ξεκινά την πραγματική έκρηξη, καθώς τα πράγματα αρχίζουν να χρησιμοποιούν το Δίκτυο.”

Επίσης την ίδια χρονιά ανοίγει το το Auto-ID Labs διάδοχος του Auto-ID Centre που ιδρύθηκε αρχικά από τους που ιδρύθηκε αρχικά από τους Kevin Ashton, David Brock και Sanjay Sarma.Βοήθησαν στην ανάπτυξη του Ηλεκτρονικού Κώδικα Προϊόντων ή του EPC, ενός παγκόσμιου συστήματος ταυτοποίησης στοιχείων που βασίζεται σε RFID και προορίζεται να αντικαταστήσει τον γραμμικό κώδικα UPC.

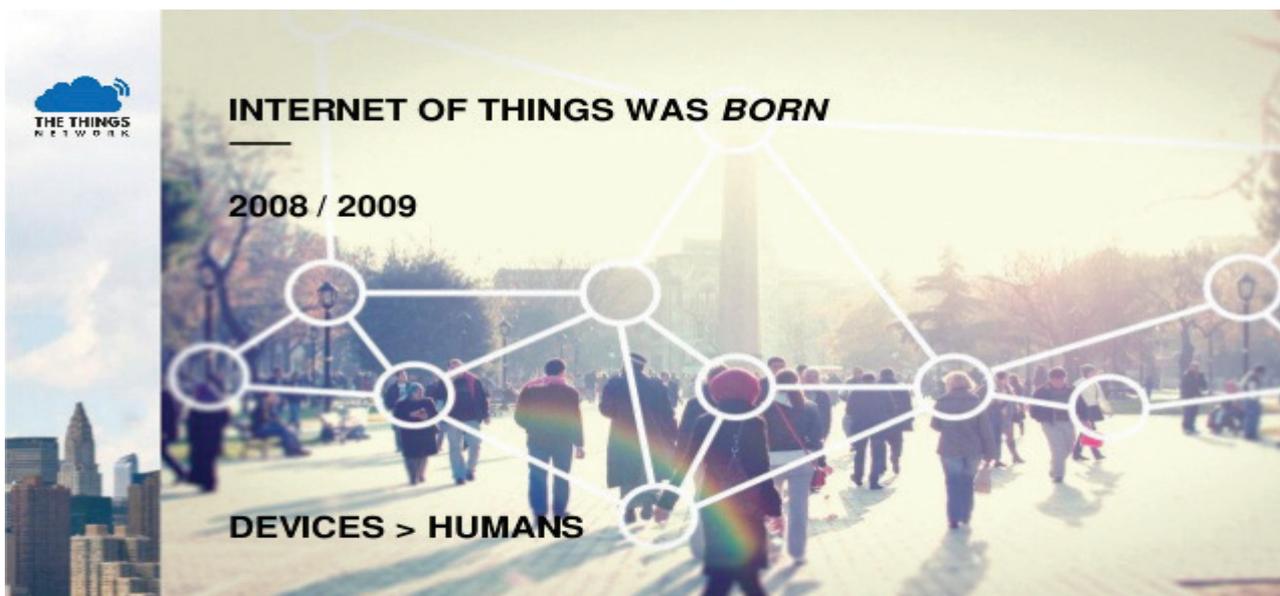
Το **2000** ο Andy Stanford υπάλληλος της IBM και ο υπάλληλος Arlen Nipper της εταιρίας Eurotech δημιούργησαν το πρώτο πρωτόκολλο επικοινωνίας Machine to Machine. Ονομάστηκε MQTT (MQ Telemetry Transport). Η LG ανακοινώνει τα πρώτα σχέδια ψυγείων που μπορούν να συνδεθούν στο διαδίκτυο.

Το **2002** δημιουργήθηκε το Ambient Orb από τον David Rose και άλλους στο MIT Media Lab και κυκλοφόρησε στην αγορά όπου το NY Times Magazine το ονομάζει μια από τις ιδέες της χρονιάς. Το Orb παρακολουθεί τον δείκτη Dow Jones, προσωπικά χαρτοφυλάκια, καιρικές συνθήκες και άλλες πηγές δεδομένων και αλλάζει χρώμα του με βάση των δυναμικών παραμέτρων που δέχεται.

Το **2003-2004** το Internet of things αναφέρεται στους The Gaurdian, Scientific American και Boston Globe σε σχέδια όπως το Cooltown, το internet0 κτλ.

Το **2005** κατασκευάστηκε η πλατφόρμα του Arduino. Η RFID αναπτύσσεται σε τεράστια κλίμακα από το Υπουργείο Αμύνης των ΗΠΑ στο πρόγραμμα Savi και Walmart. Επίσης η Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών του ΟΗΕ δημοσίευσε για πρώτη φορά έκθεση σχετικά με το IoT. Ενδεικτικά αναφέρεται " Μια νέα διάσταση έχει προστεθεί στον κόσμο των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας : από οποιαδήποτε στιγμή, οποιαδήποτε σύνδεση για οποιονδήποτε, θα έχουμε τώρα συνδεσιμότητα για οτιδήποτε. Οι συνδέσεις πολλαπλασιάζονται και δημιουργούν ένα εντελώς νέο δυναμικό δίκτυο δικτύων το Internet των πραγμάτων".

Το **2006-2008** έγινε η αναγνώριση της IoT τεχνολογίας και πραγματοποιήθηκε η



πρώτη ευρωπαϊκή διάσκεψη IoT. Το 2008 έγινε η συμμαχία του IPSO για να προωθήσει τη χρήση του πρωτοκόλλου internet (IP) σε δίκτυα IoT . Η FCC ψήφισε για να εγκρίνει το άνοιγμα της χρήσης του φάσματος "λευκό διάστημα".

Γενηθήτω φως· και εγένετο φως.

Το 2008-2009 το Internet των πραγμάτων έγινε πραγματικότητα!

Το **2010** αναβαθμίστηκε η τεχνολογία Bluetooth προσφέροντας δυνατότητες Low Energy σε εφαρμογές διασύνδεσης συσκευών IoT. Ο Κινέζος πρωθυπουργός Wen Jiabao καλεί την IoT ως βασικό κλάδο για την Κίνα και σχεδιάζει να πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις σε αυτήν.

Το **2011** έφερε την διάθεση IPv6 στο κοινό. Το νέο πρωτόκολλο επιτρέπει 2^{128} (περίπου 340undecillion ή 340, 282, 366, 920, 938, 463, 463, 374, 607, 431, 768, 211,456) διευθύνσεις ή όπως το έθεσε ο Steven Leibson "μπορούμε να αναθέσουμε μια διεύθυνση IPv6 σε κάθε άτομο στην επιφάνεια της γης και να έχουμε αρκετές διευθύνσεις αριστερά για να κάνουμε άλλες 100+ γη." Σύμφωνα με την CBS Internet Business Solutions Group (IBSG), το Ίντερνετ των πραγμάτων γεννήθηκε μεταξύ 2008 και 2009, όταν περισσότερα "αντικείμενα ή αντικείμενα" συνδέονταν με το Διαδίκτυο παρά με ανθρώπους. Αναφερόμενος στην ανάπτυξη smartphones, tablet PC, κλπ. Ο αριθμός των συσκευών που συνδέονται με το Διαδίκτυο αυξήθηκε σε 12,5 δισεκατομμύρια το 2010 . Εταιρίες όπως η Cisco, η IBM, η Ericsson παράγουν μεγάλες εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες και διεξάγουν καμπάνιες μάρκετινγκ για το θέμα. Οι κοινότητες που βασίζονται στο Ίντερνετ των Πραγμάτων ωριμάζουν σε κοινωνικά δίκτυα όπως η LinkedIn και η πλατφόρμα δικτύωσης _connect της βρετανικής στρατηγικής για την τεχνολογία .Η Ευρώπη δείχνει το συνεχές ενδιαφέρον και την υποστήριξή τους στο θέμα με το [πρόγραμμά τους εργασίας ICT-FP7](#), IoT-A και ψηφιακές μελλοντικές οδηγίες και με την κυβερνητική επιχορήγηση του Ηνωμένου Βασιλείου (£ 5 εκατ.) Για την ανάπτυξη του IoT στο Ηνωμένο Βασίλειο. Η Κίνα συνεχίζει να χρηματοδοτεί και να υποστηρίζει την αναπτυξιακή έρευνα στον τομέα του Διαδικτύου των πραγμάτων σε ιδρύματα όπως το Ινστιτούτο της Σαγκάης και η Κινεζική Ακαδημία Επιστημών. Η δημιουργία της Πρωτοβουλίας Παγκόσμιων Προτύπων για τα Διεθνή Πρότυπα IoT-GSI, η οποία προωθεί μια ενιαία προσέγγιση για την ανάπτυξη τεχνικών προτύπων που επιτρέπουν την πρόσβαση στο Διαδίκτυο των πραγμάτων σε παγκόσμια κλίμακα. Και τελικά προστέθηκαν νέα έργα, Twitter Μηνύματα, Συνεντεύξεις, Εκδηλώσεις, Παρουσιάσεις, Βίντεο και News IoT καθημερινά για το θέμα.

Το **2013** δημοσιεύεται μια έκθεση από την IDC όπου αναφέρει ότι θα στοιχίσει στην αγορά το 2020 περίπου 9 δισεκατομμύρια δολάρια. Στα μέσα της χρονιάς η Google εξαγόρασε την εταιρία Nest για 3,2 δισεκατομμύρια δολάρια. Η εταιρία αυτή κατασκεύαζε συσκευές IoT.

ΤΟ **2014** η Apple διέθεσε στην αγορά δυο πλατφόρμες (HealthKit & HomeKit) με σκοπό την ανάπτυξη και υποστήριξης νέων συσκευών με τεχνολογία IoT.

Βλέποντας κανείς την ιστορική αναδρομή καταλαβαίνει πόσες τεχνολογίες έπρεπε να ανακαλυφθούν, πόσοι άνθρωποι θα έπρεπε να κάνουν το μοναδικό. Να σκεφτούν πέρα από την εποχή τους και να απελευθερώσουν μια χίμαιρα ιδεών. Μια χίμαιρα που μας παρέσυρε στις πιο ορμητικές εξελίξεις, ξυπνώντας μας από τον σκοταδισμό και την ματαιοδοξία, οδηγώντας μας στην γνώση και την πρόοδο φτάνοντας μας στο σήμερα, στο απόγειο των τεχνολογικών εξελίξεων. Όλες μας επιλογές, οι αποφάσεις, οι σκέψεις είναι όλα αυτά που καθόρισαν την κατεύθυνση και το δρόμο μας. Είναι η ιστορία μας. Γιατί κάθε επιλογή μας, μας έμαθε κάτι... Είμαστε απλά αυτό που είμαστε. Αυτή είναι η ώθηση που μας κάνει να εξελιχθούμε και μας πηγαίνει κάθε φορά, ένα βήμα παρακάτω. Είμαστε εμείς που θα πάμε άλλο ένα βήμα πιο κοντά στο μέλλον. Εμείς με την βοήθεια αυτού του “μεγάλου άγνωστου των πραγμάτων”. Με σταθερά βήματα θέτουμε τις βάσεις του αύριο. Προοπτικές μας είναι ένας καλύτερος κόσμος. Δεν ξεχνάμε όμως την ιστορία μας. Δεν μπορούμε να ξεχάσουμε τα λάθη μας αλλά δεν είναι αυτά που θα μας σταματήσουν. Είναι αυτά που θα μας θυμίζουν ξανά και ξανά αυτά που πρέπει να κάνουμε για το μέλλον μας... Δεν ξεχνάμε τους σύμμαχους μας. Αυτοί που μας βοήθησαν. Και η τεχνολογία των Internet of Things είναι ένας τέτοιος σύμμαχος. Ένας φίλος που θα είναι τα μάτια και αφτιά μας, οι αισθήσεις μας στο κάθε τι. Ένα νευρωτικό αξιόπιστο και ασφαλές δίκτυο πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο. Καμία φορά μια τέτοιους είδους βοήθεια είναι το μόνο που χρειάζεται και αυτό είναι αρκετό...

1.2 - Internet of Things/Αναφορά Βιβλιογραφίας

<http://www.itech4u.gr/tech/hands-on/item/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika>

https://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html

<http://coolweb.gr/internet-of-things-ti-einai/>

<http://www.naftemporiki.gr/finance/story/1165973/i-elliniki-sumboli-sto-mellon-tis-technologias-internet-of-things>

<https://www.pcsteps.gr/213103-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-internet-of-things-iot-smart-home/>

<http://www.newmoney.gr/palmos-oikonomias/tecnologia/312322-ti-einai-to-internet-of-things>

<https://youtu.be/liAgTFd9Fo4>

<https://youtu.be/TAELQX7EvPo>

https://en.wikipedia.org/wiki/Century_21_Exposition

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_Internet

https://www.cs.cmu.edu/~coke/history_long.txt

<https://spectrum.ieee.org/computing/hardware/transistor-production-has-reached-astronomical-scales>

<https://www.engineersrule.com/how-a-coke-machine-and-the-industrial-internet-of-things-can-give-birth-to-a-planetary-computer/>

<https://ourworldindata.org/internet#growth-of-the-internet>

<http://www.m-stat.gr/el/%CE%B7-%CE%B5%CE%BE%CE%AD%CE%BB%CE%B9%CE%BE%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%B9%CF%82-%CF%84%CE%B7/>

<https://www.postscapes.com/internet-of-things-history/>

<https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/>

Εικόνες:

<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/06/18/a-very-short-history-of-the-internet-of-things/#5d392d0410de>

<https://erpinnews.com/microsofts-iot-strategy>

<http://www.globalsources.com/gsol/I/Home-automation/a/9000000143414.htm>

<http://thinkinghighways.com/iot-is-whats-driving-smart-transportation-projects/>

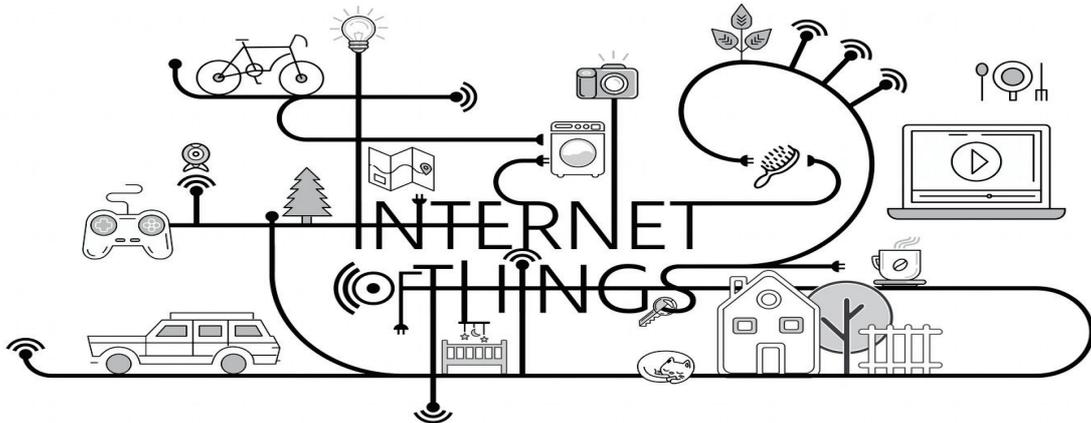
<https://www.pinterest.com/pin/453456256212302503/>

<http://www.computerweekly.com/news/4500260406/Top-10-internet-of-things-stories-of-2015>

https://www.ledokosmos.gr/index.php?route=journal2/blog/post&journal_blog_post_id=20

<https://www.slideshare.net/rstaszewski/the-things-network-dallas-kickoff-presentation-20160811>

Κεφάλαιο 2.0 - Τι δεν είναι το Internet of Things;



Ακούμε συχνά για το Internet of Things και για τις δυνατότητες που έχει. Για τους πράχτηκα άπειρους τρόπους εφαρμογής του. Οι τεχνολογίες και συσκευές που βλέπουμε τον τρόπο που σφυρηλατούνται κάτω από αυτή την ομπρέλα του IoT. Είναι κανείς εύκολο να μπερδέψει κάτι που τελικά δεν ανήκει στην οικογένεια αυτή. Όμως αν θέλουμε να είμαστε διαλλακτική στην προσπάθεια αυτή πρέπει να εξερευνήσουμε όλα εκείνα που θα μας οδηγήσουν στο να είμαστε σίγουροι στο τι δεν είναι τελικά το Internet of Things . Για αυτό τον σκοπό σε αυτή την ενότητα θα αναλύσουμε της αρχιτεκτονικές Cloud Computing και Fog Computing. Όσο το Cloud Computing όσο και το Fog Computing είναι τεχνολογίες δικτύου που έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στην ίδια την επιτυχία του IoT. Για αυτό τον λόγο επιλέχτηκαν γιατί θα μας βοηθήσουν να βρούμε την απάντηση που ψάχνουμε. Για να δούμε τελικά... Τι δεν είναι Internet of Things;

2.1 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Εισαγωγή

Όταν ακούς για πρώτη φορά τον όρο Cloud Computing σκέφτεστε τι πάει να πει Cloud ; Σύννεφο; Δηλαδή ένα υπολογιστικό σύννεφο; Δηλαδή τι; Κάτι σαν ιδέα του υπολογιστή; Μετά σκέφτεστε που τον έχετε συναντήσει αυτό τον όρο. Στο Internet. Και μετά λέτε στον εαυτό κάτι μου θυμίζει αυτό. Dropbox, Google Drive εφαρμογές που αποθηκεύεις στο "Internet" κάτι που δεν θες να χάσεις.

Και αν είστε λιγάκι παραπάνω ψαγμένος κάπου θα έχετε πετύχει κάποια διαγράμματα που εξηγούν πως λειτουργεί το Internet πως συνδέονται οι συσκευές κτλ. Εκεί αν έχετε παρατηρήσει απεικονίζεται το internet μέσα σε ένα σύννεφο. Ο λόγος που ονομάστηκε Cloud είναι αυτός αλλά εκεί σταματάει και ο συσχετισμός αυτός. Άν δούμε τον τρόπο που αναπτύχθηκε το Cloud

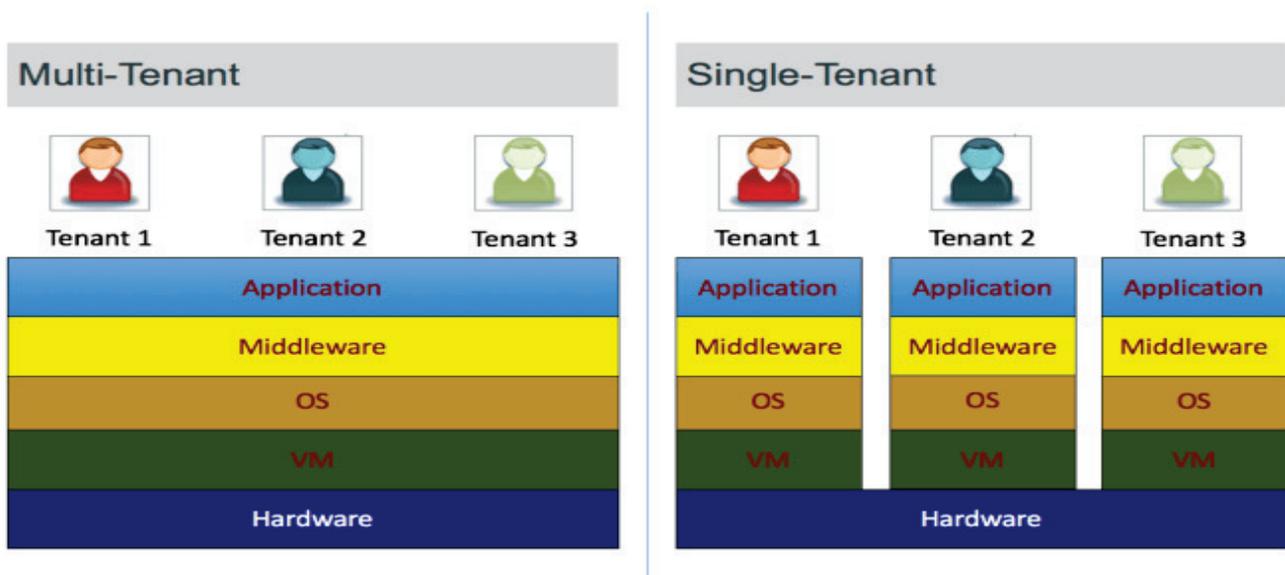


Computing θα καταλάβουμε ότι είναι μια αφηρημένη έννοια και ότι στην πραγματικότητα πρόκειται για μια τεχνολογία δικτύου και μάλιστα έξυπνη, με την οποία μεγάλος αριθμός servers λειτουργούν κάτω από την ομπρέλα του cloud επιτρέποντας πίσω από αυτή την πλατφόρμα να γίνεται κατανομή πόρων αλλά και πρόσβαση από οποιαδήποτε. Ουσιαστικά μιλάμε για μία δομή που έχει το πλεονέκτημα να χρησιμοποιούμε εφαρμογές χωρίς να υπάρχουν στις συσκευές μας αλλά να συνδεόμαστε σε κάποιο Cloud από οπουδήποτε και να τρέχουμε εκεί ότι θέλουμε. Ο λόγος που χρησιμοποιούμε αυτή την τεχνολογία στο IoT είναι απλός και σαφής. Στους αισθητήρες IoT το μεγαλύτερο πρόβλημα που υπάρχει είναι η κατανάλωση. Δεν υπάρχει πάντα η δυνατότητα απευθείας σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ, για αυτό και τα περισσότεροι αισθητήρες λειτουργούν με μπαταρία. Όμως ούτε αυτό λύνει το πρόβλημα, καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα σε μικρά μεγέθη μπαταρίας να αποθηκεύονται μεγάλα ποσά ενέργειας. Άρα με λίγα λόγια η ενέργεια που μπορεί να τροφοδοτεί τους αισθητήρες είναι περιορισμένη έτσι και ο τρόπος λειτουργίας τους πρέπει να είναι και αυτός περιορισμένος για να μπορεί να διατηρηθεί αυτή η ισορροπία. Έτσι όποια άλλη περίπτωση, θα χρειαστεί να λύσει το πρόβλημα της τροφοδοσίας. Εδώ έρχεται το Cloud Computer. Ουσιαστικά μιλάμε για servers που αναλαμβάνουν την δύσκολη και ενεργοβόρα δουλειά. Με άλλα λόγια με δυνατότητες να αναλύει, να επεξεργάζεται και να αποθηκεύει τις πληροφορίες, το Cloud Computing αναλαμβάνει τον πιο σημαντικό ρόλο στο IoT. Βέβαια γενικότερα το Cloud Computing μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οικονομικό όφελος. Πως γίνεται αυτό; Ένα καλό παράδειγμα είναι η γνωστή εταιρία Adobe. Η εταιρία αυτή έχει δημιουργήσει μια πλατφόρμα, την Adobe Creative Cloud. Εκεί μπορείς με μικρό μηνιαίο πάγιο να μπορείς να χρησιμοποιείς από παντού και online, εργαλεία όπως το Photoshop. Το πλεονέκτημα είναι ότι δεν χρειάζεται να εγκαταστήσεις ούτε να αγοράσεις όλα αυτά τα εργαλεία που προσφέρει αλλά να πληρώσεις το πάγιο για την χρήση των πλήρης έκδοσης λογισμικών, και μάλιστα με πρόσβαση από παντού. Δηλαδή έχεις πάντα της δουλειά σου μαζί σου και συγκριτικά το ποσό που θα χρειαζόταν για την αγορά των

ίδιων των εργαλείων, το κόστος χρήσης cloud εφαρμογής είναι σαφώς πολύ μικρότερο. Συνοψίζοντας το Cloud Computer έχει πλεονεκτήματα όπως **πολύ μεγάλη ευελιξία, πρόσβαση οποιαδήποτε συσκευή που διαθέτει σύνδεση στο Internet, μεγάλος αποθηκευτικός χώρος και υπολογιστικής ισχύς**, και πάνω από όλα προσφέρει **οικονομία** καθώς το κόστος δεν περιλαμβάνει την αγορά κάποια εφαρμογής αλλά την χρήση της. Τα μειονεκτήματα του είναι προφανώς η **ασφάλεια δεδομένων** καθώς η πληροφορία κινείται στο internet και πρέπει να διασφαλιστεί η μη υποκλοπή της και η μη παραποίηση της πληροφορίας. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η **αυξημένη πολυπλοκότητα** και αυτό γιατί όταν οι εφαρμογές που είναι τοπικά προσπαθούν να επικοινωνήσουν με μια άλλη που συνεργάζεται και είναι στο Cloud, τα πράγματα δυσκολεύουν.

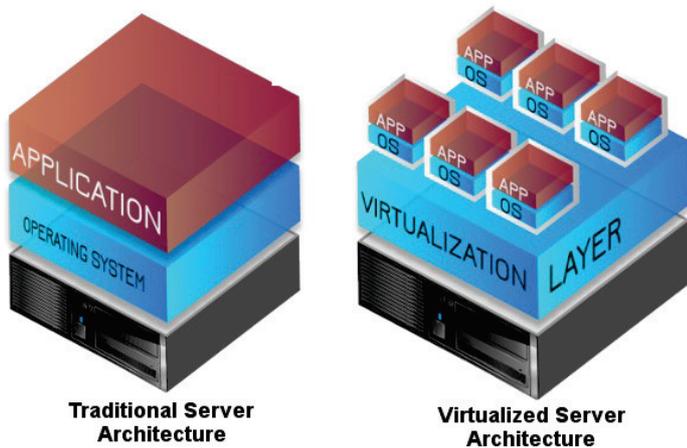
2.1.1 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Λειτουργία

Το Cloud Computing δεν είναι κάτι νέο, όχι απόλυτα. Μπορεί να πει κανείς ότι είναι η συνέχεια του ASP (Application Service Provisioning) καθώς το cloud ενσωματώνει τεχνολογίες που το ASP υστερούσε. Μια καλή διαφορά αυτών των δύο είναι ότι το Cloud είναι έξυπνο και είσαι ο ιδιοκτήτης. Αυτό φαίνεται με πολλούς τρόπους.



Αρχικά στην **κατανομή πόρων**. Ο ίδιος ο καταναλωτής έχει την δυνατότητα να δεσμεύσει από μόνος ότι χρειάζεται (αποθηκευτικός χώρος, επεξεργαστική ισχύ, μνήμη bandwidth του δικτύου) στις εικονικές μηχανές, χωρίς κάποια παρέμβαση από τον πάροχο. Με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιείται **το μοντέλο πολλαπλών**

μισθώσεων (multi-tenant) με τους φυσικούς και εικονικούς πόρους να αναθέτονται με δυναμικό τρόπο ανάλογα με την ζήτηση.



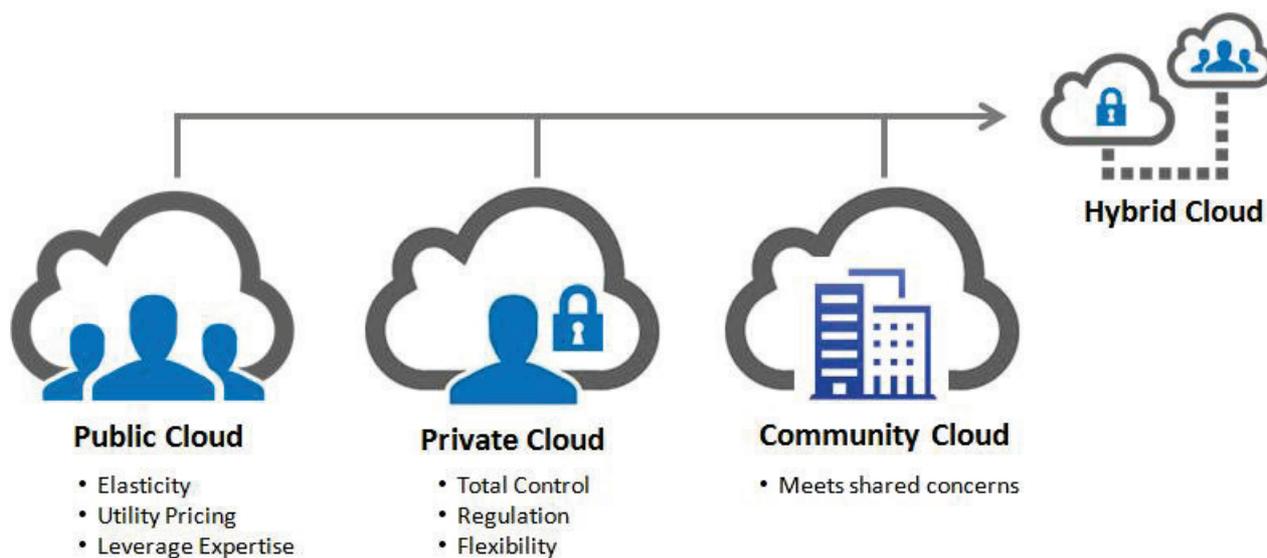
Για να μην γίνονται σπατάλες και να γίνεται εξοικονόμηση των πόρων υπάρχει η έννοια του **virtualization**.

Η τεχνολογία αυτή που διαχωρίζει το hardware από το software μετατρέποντας τα φυσικά συστήματα σε ιδεατά. Το αποτέλεσμα αυτού είναι ότι ένα ιδεατό σύστημα γίνεται πιο εύκολα ένας ενιαίος πόρος και μπορεί να αξιοποιηθεί καλύτερα μοιράζοντας ταυτόχρονα τους συνολικούς

διαθέσιμους πόρους ταυτόχρονα σε πολλαπλά εικονικά συστήματα. Ουσιαστικά μιλάμε για ποσοτικοποίηση των πόρων που επιφέρουν αποδοτικότερης χρήσης-αξιοποίησης. Η αποδοτικότερη χρήση του hardware εξοικονομεί ενέργειας. Η λογική του είναι ότι ο καθένας χρησιμοποιεί αυτό που χρειάζεται και το υπόλοιπο κάποιος άλλοι αντίστοιχα. Βλέπουμε λοιπόν ότι οι πόροι δεσμεύονται και μοιράζονται με δυναμικό χαρακτήρα με γρήγορο τρόπο και αυτόματα ώστε οι μη διαθέσιμοι (scale out) να αποδεσμευτούν γρήγορα να γίνουν διαθέσιμοι (scale in) αντίστοιχα. Βέβαια για να μπορούν όλα τα λειτουργικά συστήματα και οι βάσεις, κτλ, να λειτουργήσουν μαζί στο ίδιο σύστημα χρειάζεται το **multi-tenancy**. Το ίδιο το σύστημα cloud ελέγχει και αξιοποιεί βέλτιστα και αυτόματα την χρήση των πόρων μετρώντας τους πόρους προσδιορίζοντας στο κατάλληλο είδος υπηρεσίας cloud (επεξεργασίας, bandwidth, αποθήκευσης, κτλ,). Η χρήση των πόρων μπορεί να παρακολουθείται, να ελέγχεται και να παρουσιάζεται και στον πάροχο και στον καταναλωτή. Στο τέλος ο τρόπος που διαχειρίζεται το cloud τα πράγματα για τον καταναλωτή αυτό δεν δημιουργεί κανέναν περιορισμό καθώς οι πόροι που έχει ο παροχέας φαίνονται διαθέσιμοι και απεριόριστοι, έτοιμοι πάντα να αγοραστούν.

2.1.2 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Μοντέλα Πρακτικής Εφαρμογής

Γενικά οι εφαρμογές του cloud computing τρέχουν από πάρα πάρα πολλά σημεία του πλανήτη και από διαφορετικά φυσικά πρόσωπα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα cloud να χρησιμοποιούνται με διαφορετικό τρόπο. Ένα παράδειγμα μια εταιρία στην Ελλάδα που θέλει να τρέξει μια εφαρμογή στο cloud θα κοιτάξει τα cloud data center να είναι πιο κοντά της όχι στην Αυστραλία αλλά κάπου στην Ν. Ευρώπη. Ένας οργανισμός όμως που θέλει να έχει μέσα στον οργανισμό, δικό της cloud data center θα φτιάξει ένα ιδιωτικό Cloud Computing. Για αυτούς τους λόγους μοντελοποιούμε τα cloud ανάλογα με την πρακτική εφαρμογή τους.



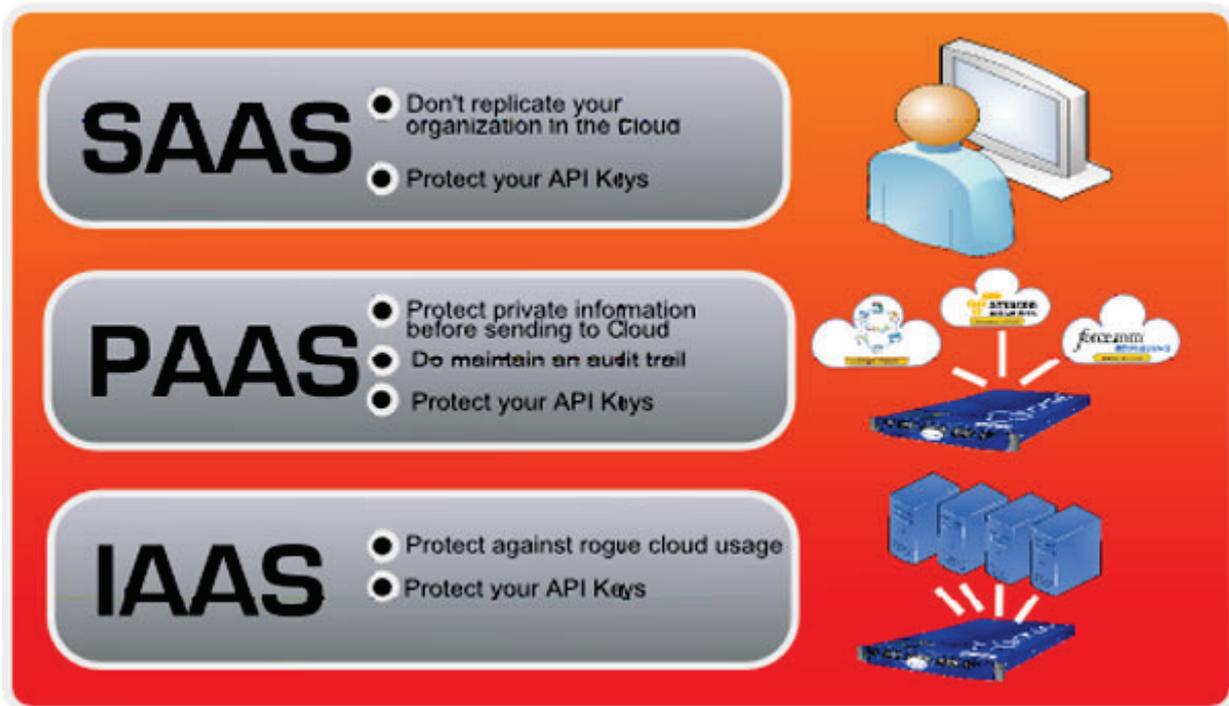
Public Cloud: Η υποδομή που διατίθεται σε ευρύ κοινό και ανήκει σε έναν οργανισμό που πουλά υπηρεσίες. Τέτοιοι πάροχοι είναι Google, Amazon, Microsoft κλπ. Το συγκεκριμένο μοντέλο τρέχει σε πάρα πολλούς server και data center σε διάφορα σημεία του πλανήτη και είναι ευρέος και το πιο διαδεδομένο παγκοσμίως. Αξίζει να σημειωθεί ότι τέτοιας κλίμακας cloud έχουν τεράστιο κόστος καθώς προβλέπουν την δημιουργία και συντήρηση πληθώρας cloud serves.

Private Cloud: Η υποδομή cloud που λειτουργεί ιδιωτικά. Η διαχείριση της μπορεί να γίνεται από τον ίδιο τον οργανισμό βεβαίως αλλά και από τρίτους και η επέκταση που μπορεί να έχει είναι η περιοχή των εγκαταστάσεων του οργανισμού.

Hybrid Cloud: Ουσιαστικά ένας συνδυασμός των δύο παραπάνω. Δηλαδή ένα πλήθος υποδομή cloud που αποτελείται κάποια Private και από κάποια άλλα Public clouds. Η μεταξύ τους σύνδεση γίνεται από κάποια αποκλειστική τεχνολογία που επιτρέπει την σύνδεση των δεδομένων και των εφαρμογών τους μεταξύ των cloud.

Community Cloud: αναφέρεται σε μια υποδομή που υποστηρίζει μια συγκεκριμένη κοινότητα μεταξύ πολλών οργανισμών . Η τοποθεσία μπορεί να βρίσκεται εντός ή εκτός των εγκαταστάσεων του οργανισμού και μπορεί να γίνει η διαχείριση είτε από τον ίδιο τον οργανισμό είτε από τρίτους.

2.1.3 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Μοντέλα Παροχής Υπηρεσιών



Τα μοντέλα παροχής υπηρεσιών χωρίζονται σε 3 κατηγορίες και η διαφοροποίηση αυτή προκύπτει ανάλογα τις δυνατότητες τους.

1. **Cloud Software as a Service (SaaS):** Δίνει την δυνατότητα στο καταναλωτή να τρέχει τις εφαρμογές που προσφέρονται από τον πάροχο μέσα στο cloud. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο καταναλωτής να μπορεί να έχει πρόσβαση των εφαρμογών αυτών από οποιαδήποτε συσκευή. Βεβαίως στο SaaS μοντέλο ο καταναλωτής ορίζεται να έχει μονάχα την διαχείριση των εφαρμογών και τα περιβάλλον φιλοξενίας που του προσφέρονται. Αυτό δίνει το όφελος στον χρήστη να πληρώνει

την χρήση του cloud applications. Ο έλεγχος και η συντήρηση των πόρων ανήκει στην υπευθύνη αποκλειστικά του παρόχου.

2. Cloud Platform as a Service (PaaS): Ορίζει την δυνατότητα του καταναλωτή να μπορεί να δημιουργεί εφαρμογές (όπως ένα site) από τα εργαλεία και τις γλώσσες προγραμματισμού που δίνονται από τον πάροχο. Όπως και στο SaaS μοντέλο ο καταναλωτής δεν είναι διαχειριστής των πόρων του συστήματος cloud παρά μόνο τα περιβάλλον φιλοξενίας και των εφαρμογών. Επίσης δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο στάνταρ εργαλείων και γλωσσών προγραμματισμού που θα υποστηρίζετε καθολικά από τους παρόχους cloud. Καθώς αυτού, η αλλαγή παρόχου cloud μπορεί να προκαλέσει προβλήματα συμβατότητας, καθώς κάθε πάροχος μπορεί να υποστηρίζει διαφορετικά εργαλεία και γλώσσες προγραμματισμού.

Στα προηγούμενα μοντέλα είδαμε πως ο πάροχος cloud δίνει την δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογών (PaaS) και ένα περιβάλλον που θα τρέχουν οι εφαρμογές (SaaS). Καθώς προχωράμε θα δούμε ότι τα μοντέλα εμβαθύνουν τις δυνατότητες τους προς τον χρήστη...

3. Cloud Infrastructure as a Service (IAAS): Είναι η δυνατότητα διάθεση πόρων του cloud στον καταναλωτή. Ο χρήστης μπορεί να δεσμεύσει πόρους (όπως αποθηκευτικά μέσα, υποδομές δικτύου, επεξεργαστική ισχύ, κτλ) και να λειτουργεί αυθαίρετο λογισμικό (όπως λειτουργικό σύστημα, εξομοιωτές, διαχειριστές αρχείων, κτλ). Ο καταναλωτής όμως σε καμία περίπτωση δεν ορίζεται ο καθεαυτού διαχείριση του cloud παρά των πόρων που έχει δεσμεύσει. Η κυριότητα διαχείριση στον παροχέα και ο ρόλος του παροχέα είναι η συντήρηση του υλικού και των πολύ βασικών υπηρεσιών που είναι αναγκαία για να εκτελεστούν ομαλά τα λογισμικά. Στο μοντέλο αυτό οι όποιες υπηρεσίες αναπτύσσονται και διαχειρίζονται μονάχα από τους χρήστες.

2.1.4 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Cloud Computing/Μοντέλα Τιμολογιακής Πολιτικής

Είδαμε τις τρεις κατηγορίες μοντελοποίησης παροχής υπηρεσιών. Υπάρχουν όμως άλλες τρεις κατηγορίες που βασίζονται στο μοντέλο παροχής υπηρεσιών IAAS αλλά χρησιμοποιούν διαφορετική τιμολογιακή πολιτική ανάλογα με την διάθεση και την χρήση των πόρων

1. Storage as a service (SaaS)

Ο πάροχος cloud νοικιάζει έναν online αποθηκευτικό χώρο. Η τιμολογική πολιτική που ακολουθείται συνήθως είναι είτε δωρεάν για ένα περιορισμένο χώρο, είτε έναντι κάποιου ποσού, είτε και τα δύο μαζί. Δηλαδή στην αρχή με έναν περιορισμένο αποθηκευτικό χώρο όπου η διάθεση του γίνεται δωρεάν και η όποια προέκταση του έναντι κάπου ποσού. Τέτοια υπηρεσία είναι το [Dropbox](#).

2. Hardware as Service (HaaS)

Ο πάροχος cloud νοικιάζει υλικό (hardware) εξ αμοιβής . Η τιμολογιακή πολιτική καθορίζεται από την χρήση των πόρων αυτών. Οι πόροι είναι πάντα hardware και μπορεί να είναι web server, επεξεργαστική ισχύς, κτλ.

3. Database as Service (Daas)

Ο πάροχος cloud νοικιάζει μια online βάση δεδομένων για όποια χρήση. Καθώς και στο συγκεκριμένο μοντέλο η τιμολογιακή πολιτική καθορίζεται από την χρήση. Τέτοια υπηρεσία είναι το [mongoDB](#).

2.2.1 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Fog Computing/Εισαγωγή

FOG COMPUTING AND THE FUTURE OF THE CLOUD

SUYATI.COM



Είδαμε λοιπόν πως λειτουργεί, ποιες είναι οι δυνατότητες του, καθώς και πως μοντελοποιείτε ανάλογα με τις παροχές και την τιμολογιακή πολιτική το Cloud Computing. Τα όλα προβλήματα με την ανάπτυξη των τεχνολογιών δικτύου αλλά και γενικότερα στον χώρο αυτό δεν μπορεί να σταματήσει. Καλός ή κακός σε γενικές γραμμές, η ανάπτυξη της μίας τεχνολογίας φέρνει αλυσιδωτή αντίδραση στην ανάπτυξη μιας άλλης τεχνολογίας. Εκεί που τελειώνουν τα όρια και οι ελευθερίες της μιας τεχνολογίας, αρχίζουν της άλλης. Αυτό που θέλω να πω, λέγεται trade off. Οι έννοιες που μπορεί να έχει σε ελληνική μετάφραση είναι αντιστάθμισμα, συμβιβασμός ή με πιο απλά λόγια, χαλάω κάτι να για να φτιάξω κάτι άλλο. Αυτό ακριβώς συμβαίνει! Οι τεχνολογίες που αναπτύσσουμε προσπαθούμε να είναι όσο το δυνατόν ευέλικτες και αποδοτικές. Όμως εκ φύσεως δημιουργούν άλλα προβλήματα. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στο Cloud Computing. Καθώς είναι μια τεχνολογία εξαιρετικά αποδοτική και προσαρμόζεται πάρα πολύ στις απαιτήσεις του χρήστη και εξυπηρετεί πάρα πολύ το χώρο του IoT, χάρις αυτών όμως είναι και ιδιαίτερα πολύπλοκη όπως ανέφερα προηγουμένως. Ένα πρόβλημα που καλείτε να λυθεί, είναι η πολυπλοκότητα αποδοτικής διαχείρισης των Big Data που δημιουργεί το cloud στο δίκτυο. Είναι έναν εκ φύσεως κατασκευαστικό πρόβλημα. Φανταστείτε μονάχα ότι οποιαδήποτε αλληλεπίδραση που έχει ο χρήστης με το cloud, μεταφέρεται την ίδια στιγμή από το δίκτυο. Όταν το δίκτυο είναι σε κανονικά επίπεδα χρήσης δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα. Το πρόβλημα δημιουργείτε όταν το δίκτυο έχει φτάσει στα όρια συμφόρησης. “Εδώ σκάει η βόμβα”! Όταν η ποσότητα ζήτησης ξεπερνάει την προσφερόμενη δυνατότητα του δικτύου, τότε οι πληροφορίες που μεταδίδονται σε αυτό, χάνονται. Η συνέπεια αυτού είναι το ίδιο το δίκτυο και οι υπηρεσίες που ενεργούν σε αυτό, όπως το Cloud Computing γίνονται αναξιόπιστες, καθώς παύουν να λειτουργούν ή λειτουργούν με προβλήματα.



Digital Information Created Each Year, Globally



2,000%

Expected increase in global data by 2020

III

Megabytes

Video and photos stored by Facebook, per user

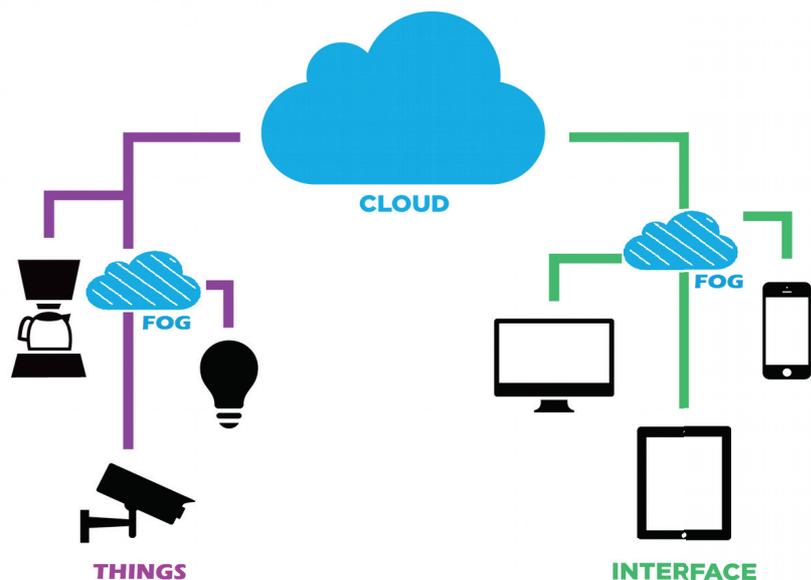
Η Cisco, καθόλου τυχαία εταιρία, το 2015 πρόέβλεψε ότι έως το 2020 πενήντα δισεκατομμύρια συσκευές θα έχουν συνδεθεί με το Internet. Φανταστείτε το σύνολο των Big Data που θα δημιουργήσουν αυτές οι

συσκευές. Βεβαίως υπάρχουν και θα υπάρξουν τεχνολογίες που διαχειρίζονται αυτό το πρόβλημα, όσο αναφορά το δίκτυο. Το πρόβλημα του Cloud Computing όπως είπα και πριν, δεν είναι το δίκτυο. Στο δίκτυο εμφανίζεται μονάχα η συνέπια του προβλήματος και δεν θα λύσει το δίκτυο ένα κατασκευαστικό πρόβλημα. Το πρόβλημα θα λυθεί μόνο με μια κατασκευαστική λύση. Αυτό ακριβώς κάνει το Fog Computing. Λύνει το πρόβλημα των Big Data που δημιουργείτε από το cloud στο δίκτυο. Για πρώτη φορά ειπώθηκε ο όρος fogging (ομήγλη) από τον Αμερικάνο καθηγητή πληροφορικής Σαλβατόρε Στόλφο το 2012. Ο λόγος που έγινε γνωστή η τεχνολογία του Fog Computing είναι η έμφαση που δίνει η Cisco.

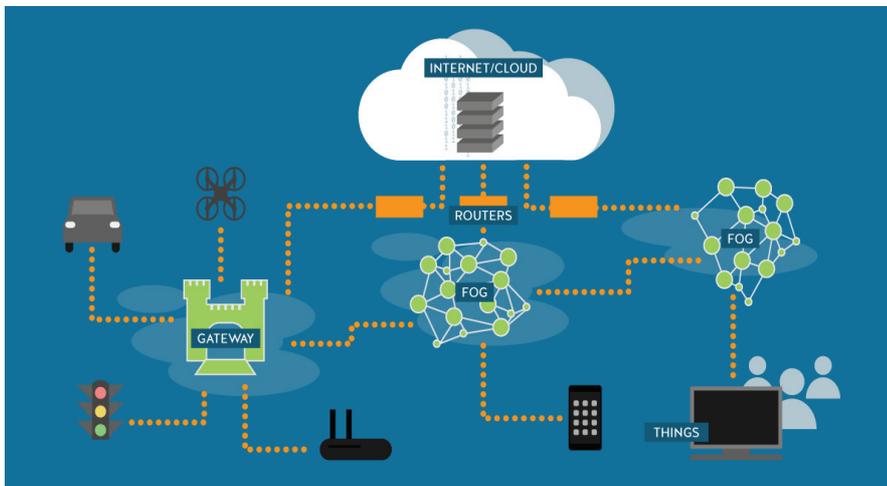
2.2.2 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Fog Computing/Λειτουργία

Το Fog Computing είναι μια κατανεμημένη υπολογιστική υποδομή για το Internet of Things που επεκτείνει την υπολογιστική ικανότητα. Τι σημαίνει κατανεμημένη υπολογιστική υποδομή; Είναι η υπολογιστική υποδομή που επιτρέπει την ταυτόχρονη εκτέλεση πολλαπλών συνεργαζόμενων προγραμμάτων σε μία ή περισσότερες επεξεργαστικές μονάδες. Τι σημαίνει ταυτόχρονα; Η ιδιότητα που έχουν τα κατανεμημένα συστήματα να εκτελούν παράλληλα συνεργαζόμενες ή διαφορετικές διεργασίες σε έναν ή περισσότερου υπολογιστές, για την εκτέλεση ενός υπολογισμού.

Με άλλα λόγια αντί να τρέχει τους υπολογισμούς μιας διεργασίας σε έναν υπολογιστή, μπορεί να μοιράσεις τους υπολογισμούς σε πολλούς υπολογιστές για πιο γρήγορα αποτελέσματα. Περίπου αυτό κάνει και το Fog Computing. Αρχικά είναι μια επεκτατική τεχνολογία του cloud computing.



Όμως τι διαφορετικό κάνει από το cloud computing;

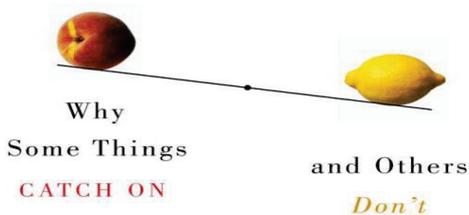


Αντί λοιπόν να “πετάει” μεγάλους όγκους δεδομένων στο δίκτυο δημιουργώντας προβλήματα συμφόρησης με την βοήθεια έξυπνων συσκευών ή fogging συσκευές στα άκρα (edge) του δικτύου όπου λαμβάνουν συνεχώς πληροφόρηση για τις συνδέσεις και κάνουν μια

προεργασία, αναλύοντας εφαρμογές και δεδομένα και εξετάζοντας και αποφασίζοντας σε πραγματικό χρόνο, αν και πόση ποσότητα αυτής της πληροφορίας είναι συμπαντική ή όχι και αν θα έχει καλύτερο αποτέλεσμα αν προωθηθεί στο cloud ή αν επεξεργαστεί σε τοπικό επίπεδο.

Το Fog Computing προσφέρει χαμηλή καθυστέρηση (latency) στην διακίνηση των δεδομένων, γρήγορη αναγνώριση της θέσης, την ευρύτερη γεωγραφική κατανομή, το μεγαλύτερο αριθμό κόμβων, την απρόκοπη εκτέλεση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο συνοπτικά φροντίζει να μην επιβαρύνονται σε μεγάλο βαθμό τα μεγάλα κέντρα επεξεργασίας δεδομένων (Data Centers) αλλά να γίνεται ένα αρχικό επίπεδο επεξεργασίας απαλλάσσοντας της τηλεπικοινωνιακές υποδομές από περιττή μετακίνηση πληροφοριών και εξασφαλίζοντας μικρότερα λειτουργικά κόστη και την ταχύτερη απόκριση των λεγόμενων έξυπνων συσκευών. Όσο το IoT αυξάνεται τόσο θα αυξάνεται και ο όγκος των παραγόμενων δεδομένων άρα ή ανάγκη επεξεργασίας σε τοπικό επίπεδο είναι αναπόφευκτα επιτακτική αλλά το πιο σημαντικό από όλα είναι ότι “οι ειδικοί” του IoT λένε ότι το Fog Computing είναι το μέλλον του Internet of Things καθώς με τα πλεονεκτήματά του, μπορεί να ανταπεξέλθει επάξια στις αυξανόμενες ανάγκες υποστηρίζοντας επάξια της υπηρεσίες του μέλλοντος όπως έξυπνες πόλεις, έξυπνα οχήματα κτλ. Δεν θα μπορούσε να υπάρξει το IoT αν δεν υπήρχε το Fog Computing. Γιατί αν το Internet of Things είναι το Internet των πραγμάτων τότε το Fog Computing, είναι το μυαλό και η καρδιά του IoT.

Trade - Off



Τέλος βλέπουμε λοιπόν ότι ενώ αρχικά το Cloud Computing δίνει την δυνατότητα απαλλαγής επεξεργασίας δεδομένων σε τοπικό επίπεδο, δημιουργεί όμως τεράστια ροή δεδομένων στο δίκτυο.

Αντίθετα το Fog Computing λύνει το πρόβλημα των Big Data, προσθέτει όμως έξυπνες (fogging) συσκευές που δεν υπήρχε η ανάγκη ύπαρξής τους.

Kevin Maney

Θυμάστε;; Trade off... Άν πήραμε ένα μάθημα από όλα αυτά, είναι ότι η μόνη χρυσή τομή θα είναι πάντα το να σκεφτείς...

Τι θέλω να κάνω;

Αλλά δεν πρέπει ποτέ να ξεχνάς, ότι στο τέλος πάντα κάτι θα χάσεις για να κερδίσεις κάτι άλλο.

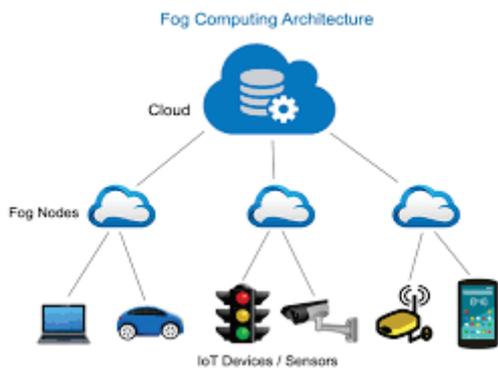
Δεν είναι ούτε κακό, ούτε καλό.

Είναι αυτό που είναι. [Γνώθι Σ'αυτόν.](#)



2.3 - Τι δεν είναι το Internet of Things;/Συμπέρασμα

Τι δεν είναι το Internet of Things; Ήρθε η ώρα να απαντηθεί αυτή η ερώτηση. Για να απαντήσει κανείς μια τέτοια ερώτηση θα ήταν χαζό να περιμένει κανείς κάθε άλλο από μια προφανής απάντηση. Θα μπορούσε να πει κάποιος γιατί δεν είναι προφανής η απάντηση; Αφού το Internet of Things είναι οι συσκευές που συνδέονται στο διαδίκτυο και ότι δεν συνδέεται δεν ανήκει στην οικογένεια αυτή. Δηλαδή οι βασικές προϋποθέσεις της τεχνολογίας IoT είναι η σύνδεση των συσκευών στο διαδίκτυο. Δηλαδή ένας υπολογιστής θα μπορούσε να ανήκει στην οικογένεια του IoT. Σωστά; Έτσι φαίνεται! Όμως τα πράγματα δεν είναι έτσι.



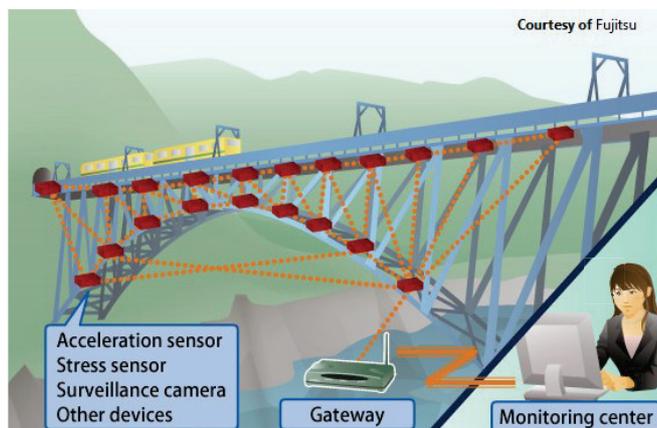
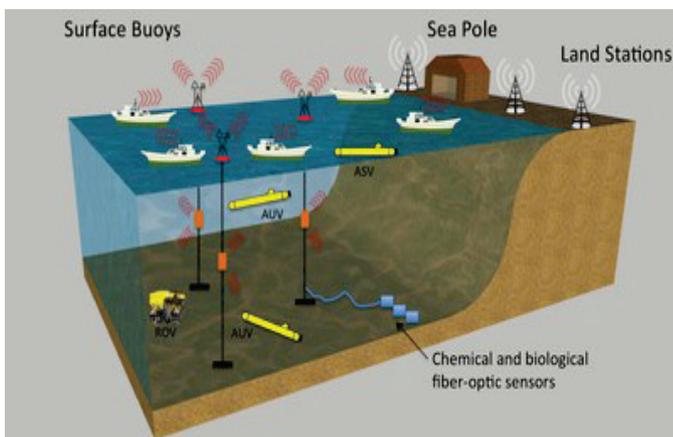
Ας σκεφτούμε λίγο το cloud. Είδαμε ότι το cloud μπορεί να προσφέρει απομακρυσμένες υπηρεσίες προσβάσιμες από οπουδήποτε αλλά επειδή έχουμε να κάνουμε μια τεράστια γκάμα συσκευών οι απαιτήσεις και τα μεγέθη έχουν αλλάξει. Εδώ έρχεται το Fog Computing που λύνει ακριβώς αυτό. Την υπερφόρτωση του δικτύου αλλά και των cloud datacenter, μοιράζοντας την επεξεργασία στα άκρα του δικτύου. Όπου άκρα δικτύου εννοούμε τις

συσκευαστές του δικτύου που μας συνδέουν από το τοπικό δίκτυο στο παγκόσμιο δίκτυο. Το θέμα εδώ είναι γιατί να μπούμε σε τέτοια διαδικασία να αναπτύξουμε αυτές τις τεχνολογίες; Τι ωφελεί; Γιατί υπάρχουν συσκευές που δεν έχουν την πολυτέλεια της σύνδεσης, στην άπειρη ενέργεια του ηλεκτρικού δικτύου. Η επεξεργασία κοστίζει σε ενέργεια και αναμφίβολα προϋποθέτει την σταθερή παροχή ενέργεια. Τώρα θα μπορούσε να πει κανείς τα smartphone δεν λειτουργούν με μπαταρίες; Ε αυτά γιατί επεξεργάζονται; Τι διαφορά έχουν; Πως μπορούν και το κάνουν;

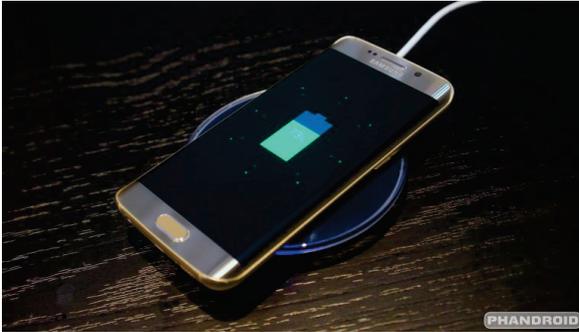


Τα smartphone δεν έχουν την ίδια χρήση με τους αισθητήρες για παράδειγμα. Ένα αισθητήρα που τον έχετε δίπλα στον κομοδίνο σας για παράδειγμα θα μπορούσε να του παρέχει ενέργεια σταθερή και να μπορεί να επεξεργάζεται τα δεδομένα του αυτόνομα.

Δεν είναι όλα το ίδιο όμως, προφανώς μιλάμε για αισθητήρες που μπορούν να τοποθετηθούν στο οπουδήποτε, να δουλεύουν κάτω από δύσκολες συνθήκες και να έχουν σπάντα αυτονομία για χρόνια, χωρίς καμία παρέμβαση.

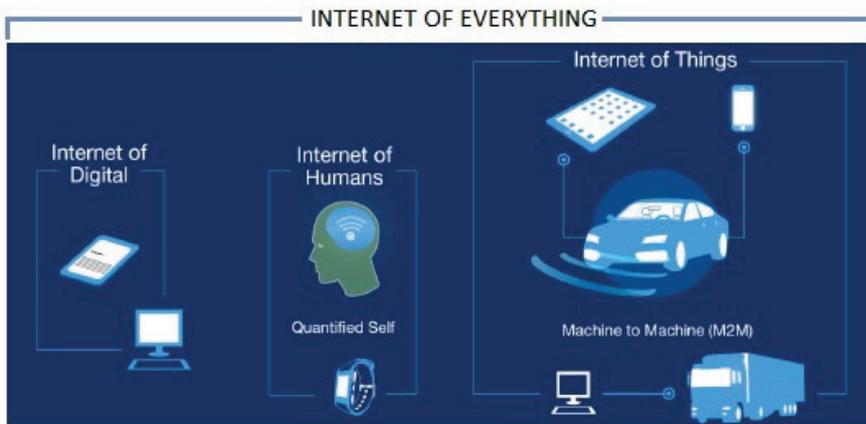


Θα μπορούσα να τοποθετηθούν αισθητήρες στο πάτο της θάλασσας, είτε μέσα σε μια γέφυρα, στα θεμέλια της όπου μπορείς να φανταστείτε. Αυτό δεν γίνεται όμως χωρίς να χάσεις κάτι. Χάνουμε την αυτόνομη επεξεργασία, όπου το βάρος της το πετάμε είτε στο cloud, είτε στο fog computing.



Ένα smartphone όμως δεν θα το τοποθετήσουμε είτε στο πάτο της θάλασσας, ούτε σε μια γέφυρα. Είναι φτιαγμένο για να μας προσφέρει τις υπηρεσίες του εν κινήσει και όταν βρισκόμαστε σε ένα σταθερό σημείο αυτό να φορτίζεται. Τι έχουμε εδώ; Πηγή ρεύματος. Δηλαδή με μια μπαταρία μπορεί να καλύψει τις καθημερινές ανάγκες

μας και μετά να την επαναφορτίσουμε και έτσι δημιουργούμε “τεχνικά” μια σταθερή πηγή ρεύματος για τα smartphone. Γιατί δεν το κάνουμε και στους αισθητήρες αυτό; Προφανώς και γίνεται αλλά όχι για όλες τις εφαρμογές. Η χρυσή ερώτηση για το 1 εκατομμύριο είναι τι θες να κάνεις; Υπάρχει μια άλλη τεχνολογία που θα αναλύσουμε στα επόμενα κεφάλαια που λέγεται Edge Computing και μπορεί με κατανομημένη επεξεργασία των αισθητήρων να διαχειριστεί το βάρος της επεξεργασίας και να κρατήσει χαμηλά την κατανάλωση. Γίνεται όμως προφανές ότι σε δύσκολες εφαρμογές των αισθητήρων, το να παρέχεις σταθερή παροχή ρεύματος, αυξάνει εξωφρενικά το κόστος ή καθιστάτε αδύνατον από τεχνικές δυσκολίες. Ένας υπολογιστής όμως δεν έχει ανάγκη από cloud είτε από αυτονομία. Είναι μια χαρά μόνος του και δεν έχει ανάγκη κανέναν. Μπορεί να δουλεύει και να παραμείνει συνδεδεμένος στο διαδίκτυο θεωρητικά μέχρι να χαλάσει. Ένα ψυγείο, μια τηλεόραση μπορεί να το κάνει αυτό; Χμμ... Θα δούμε στο τέλος... Ωστόσο η ραγδαία ανάπτυξη τεχνολογιών ασύρματων δικτύων, αισθητήρων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας αλλά και οι εφαρμογές που μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνολογία αυτή, σηματοδοτεί την ταχεία ανάπτυξη του Internet of Things. Δεν έγινε μόνο αυτό. Μέσα από το Internet of Things και την ανάγκη για πληροφόρηση, μέσα από την ανάγκη συσχέτισης του πλήθους των συσκευών που είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο γεννήθηκε το Internet of Everything (IoE).

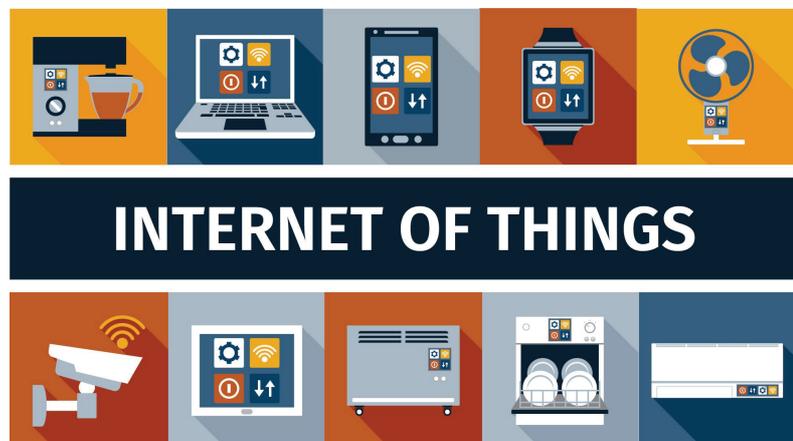


Το Internet των πάντων. Είναι πολύ εύκολο να υποθέσεις κανείς ότι δεν είναι το ένα, είναι το άλλο. Στην πραγματικότητα τα πράγματα είναι πιο μπερδεμένα. Τα όρια του ενός, ξεκινάνε τις ελευθερίες του άλλου.

Εκεί που τελειώνει το Internet of Things ξεκινάει το Internet of Everthings. Για αυτό το λόγο είναι διαφορετικά και ταυτόχρονα ίδια. Είναι ίδια γιατί έχουν την ίδια φιλοσοφία και το ένα δίνει την συνέχεια στο άλλο και αυτό τα καθιστά και αλληλοεξαρτώμενα αλλά ταυτόχρονα διαφορετικά γιατί επεκτείνονται σε διαφορετικούς τομείς.

Το Internet of things είναι ουσιαστικά επέκταση του Internet of Everthings. Το Internet of Things εξετάζει το πώς θα συνδεθούν τα πράγματα και πως αυτά δημιουργούν νέα δεδομένα. Αντίθετα το Internet of Everthings έχει ένα μεγαλύτερο εύρος. Εξετάζει την ανάλυση και την επεξεργασία των νέων δεδομένα. Εξετάζει τις αποφάσεις και το πως μπορούν να αλλάξουν ή να προσθέσουν τα στοιχεία εκείνα που θα επηρεάσει ή θα προσθέσει περισσότερες αποφάσεις για το πώς θα συνδέσει τα πράγματα με τους ανθρώπους. Άρα συσχετίζεται με τα δεδομένα την ανάλυση και επεξεργασία, με τα πράγματα και τους ανθρώπους. Αντίθετα με το Internet of Things που ασχολείται με τις συνδέσεις και πως δημιουργούν νέα δεδομένα. Και τα δύο μαζί έρχονται να ολοκληρώσουν την σύνδεση των συσκευών, την σύνδεση των πάντων. Να μπορούν να μιλάνε όλες οι συσκευές μεταξύ τους αλλά ταυτόχρονα να είναι και συνδεδεμένες με το διαδίκτυο. Αυτή είναι η βασική τους διαφορά.

Το Internet of Things στελεχώνετε από φυσική παρουσία συσκευών. Είναι " τα πράγματα" όπως ένα έξυπνο ρολόι, έξυπνα γυαλιά ακόμα και μια έξυπνη καρέκλα. Όλα αυτά είναι αντικείμενα πραγματικά στην



πραγματική ζωή και δεν είναι κάποιες ιδεατές έννοιες που κυκλοφορούν στο διαδίκτυο.

Εκεί ξεκινάει το Internet of Everthings. Το Facebook ή το Instagram για παράδειγμα



είναι μια υπηρεσία. Δεν μπορεί να πει κανείς ότι είναι μια φυσική οντότητα. Υπάρχει διασκορπισμένα, μετακινείτε από τις συνδέσεις των δικτύων. Δεν έχει φυσική υπόσταση, βασίζεται όμως σε αυτή. Άλλο

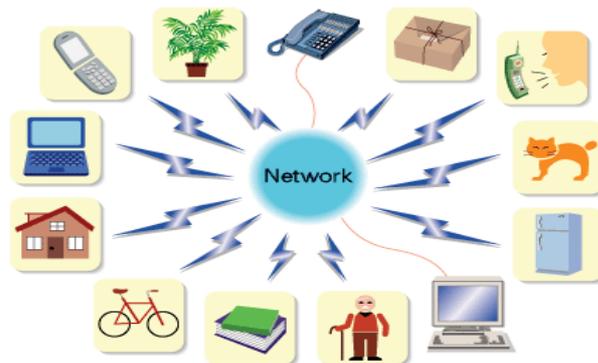
παράδειγμα είναι το διαδίκτυο. Συνδέει του χρήστες μεταξύ τους, τις υπηρεσίες μεταξύ τους αλλά και τις υπηρεσίες με τους χρήστες. Για αυτό δημιουργήθηκε το Internet of Everthings για να συνδέσει τις διαφορετικές συσκευές μεταξύ τους, τις διαφορετικές υπηρεσίες μεταξύ τους αλλά και τους διαφορετικούς χρήστες σε ένα συνεκτικό σύνολο όλων αυτών. Φέρνει τα πάντα κάτω από την ίδια οικογένεια, ενώνοντας τις διαφορές τους, κάνοντας τα να μπορούν όλοι να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Άρα λοιπόν το Internet of Things είναι οι αισθητήρες, οι έξυπνες οικιακές συσκευές όλα τα πραγματικά αντικείμενα που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους το Internet of Everthings είναι όλες οι συσκευές, όλες οι υπηρεσίες, όλες οι αλληλεπιδράσεις και οι συνδέσεις που έχουν μαζί. Είναι όλα μαζί. Όλα, αν και διαφορετικά, είναι ίδια. Φανταστείτε εμάς τους ανθρώπους, είμαστε τόσο διαφορετικοί μεταξύ μας, διαφορετικές γλώσσες, συνήθειες, τρόποι σκέψης, ακόμα και σε επίπεδο χωρών. Μιλάμε την ίδια γλώσσα και δεν μπορούμε να μιλήσουμε μεταξύ μας, γιατί είμαστε τόσο διαφορετικοί. Όπως και να 'χει, όλοι μαζί, δεν είμαστε κάτι διαφορετικό από άνθρωποι. Αν υπήρχε ένας τρόπος, που όλοι να μπορούν να επικοινωνήσουν με όλους και να μπορέσουν να λύσουν τα προβλήματα όλοι μαζί, επιφέροντας ένα αποτέλεσμα αλληλοβοήθειας τότε θα είχαμε έναν καλύτερο κόσμο ... Καλώς ήρθατε στο κόσμο του Internet of Everthings!

Βλέποντας λοιπόν αυτά καταλαβαίνουμε τι είναι αυτό το διαφορετικό που το κάνει να είναι και τόσο ίδια. Έτσι δεν μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι το Internet of Things είναι το Internet of Everthings. Τελικά όμως τι δεν είναι Internet of Things; Ακόμα μας βασανίζει και θα πρέπει να απαντηθεί. Ο σκοπός δεν είναι να μάθουμε τι δεν είναι. Αυτό είναι πολύ εύκολο να απαντηθεί. Ο πραγματικός λόγος της εξερεύνησης μας είναι το γιατί. Αυτό μας βασανίζει... Και κάναμε ένα μεγάλο ταξίδι για να μάθουμε το γιατί. Είδαμε τι είναι Internet of Things, είδαμε τεχνολογίες και συσκευές, όπου μας βοήθησαν να κατανοήσουμε καλύτερα την λειτουργία του.

Είδαμε το μέλλον, την συνέχεια του. Το Internet of Everthings. Και τώρα νιώθουμε έτοιμοι, να δώσουμε μια οριστική απάντηση στο γιατί. Γιατί ένας υπολογιστής τελικά δεν είναι IoT και γιατί ένα κλιματιστικό είναι. Εκεί είναι η διαφορά των "πραγμάτων". Εκεί ορίζεται το δεν. Ψάξαμε όλο τον κόσμο, ενώ η απάντηση στο γιατί είναι μπροστά μας. Ένας υπολογιστής συνδέεται στο δίκτυο και κάλλιστα μπορεί να επεξεργαστεί δεδομένα. Ένα IoT ψυγείο μπορεί να κάνει το ίδιο πράγμα. Ένας αισθητήρας μπορεί να κάνει το ίδιο πράγμα. Είτε με τον ίδιο, είτε με διαφορετικό τρόπο, το αποτέλεσμα θα είναι το ίδιο. Το Internet of Things μιλάει για τα πράγματα. Η διαφορά που ξεχωρίζει τα IoT συσκευές με τις συσκευές που συνδέονται στο διαδίκτυο είναι η κατασκευαστική τους φύση. Εκ φύσεως ο υπολογιστής έχει φτιαχτεί για να κάνει αυτό το πράγμα. Μπορεί να συνδεθεί να επεξεργαστεί δεδομένα επιφέροντας ένα ή πολλά αποτελέσματα. Μάλιστα έχει γίνει τόσο καλός που μπορεί να επεξεργάζεται πολλές διεργασίες ταυτόχρονα σε πολύ λίγο χρόνο. Είναι κάτι φυσιολογικό για τον υπολογιστή. Αυτή είναι η δουλειά του, ο σκοπός του. Το λέει και το όνομα του άλλωστε.

Ένα ψυγείο, ένα κλιματιστικό, ένας αισθητήρας, κτλ, αρχικά δεν έχει κανένα απολύτως τέτοιο σκοπό. Έχουν φτιαχτεί για τελείως διαφορετικές λειτουργίες. Εμείς παρεμβαίνουμε σε αυτές και προσθέτουμε τις δυνατότητες αυτές που τις κάνουν να μπορούν να επεξεργαστούν, να συνδεθούν στο διαδίκτυο, να αλληλεπιδρούν με το χρήστη ή μεταξύ τους. Αν δούμε στην ιστορική αναδρομή, υπάρχει ένα σημείο που αναφέρει την πανταχού παρουσίας της υπολογιστικής ισχύς.

Ο Mark Weiser κατασκευάζει την τεχνολογία αυτή (Ubiquitous Computing) και είπε ότι "η πανταχού παρουσίας υπολογιστικής, είναι σχεδόν αντίθετο της εικονικής πραγματικότητας. Όταν η εικονική πραγματικότητα βάζει τους ανθρώπους μέσα σε έναν κόσμο που παράγεται από υπολογιστή, η πανταχού παρουσία υπολογιστικής αναγκάζει τον υπολογιστή να ζήσει εδώ με τους ανθρώπους".



Ubiquitous computing will enable diverse wireless applications, including monitoring of pets and houseplants, operation of appliances, keeping track of books and bicycles, and much more.



Τι κάνει αυτή η τεχνολογία προσθέτει δυνατότητες σε συσκευές που δεν την έχουν όπως το ψυγείο. Έτσι μπορεί να αλληλεπιδρά, είτε με το

<https://www.linkedin.com/pulse/cloud-computing-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%87%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1%CF%82-%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82-krypas>

https://en.wikipedia.org/wiki/Fog_computing

<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/fog-computing-fogging>

https://https://www.cisco.com/c/el_gr/about/news/2015/140615.html/www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/docs/computing-overview.pdf

<https://allconnected.gr/news/openfog-consortium-%CE%BC%CE%AF%CE%B1-%CE%BD%CE%AD%CE%B1-%CE%B9%CF%83%CF%87%CF%85%CF%81%CE%AE-%CF%83%CF%8D%CE%BC%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%BE%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%B1/>

<https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/fog-computing-cloud-internet-things/>

<https://allconnected.gr/tag/fog-computing/>

<http://www.newsbomb.gr/bombplus/tecnologia/story/628747/h-omixli-einai-i-nea-tasi-stin-pleriforiki>

<https://www.youtube.com/watch?v=6HvEZCHaH3w>

<https://www.youtube.com/watch?v=8H3WaMzDiTo>

<https://www.youtube.com/watch?v=pdmyYbdLnkl>

<https://www.youtube.com/watch?v=tuo5Pxc4w3c>

<https://www.youtube.com/watch?v=cqouS49B02E>

<https://www.youtube.com/watch?v=bu3kIAZAKTs>

<https://www.youtube.com/watch?v=1OCHPGUGICY>

https://www.youtube.com/watch?v=U16Xo_1TG3o

https://www.youtube.com/watch?v=5-a5_TiOnb0

<https://www.youtube.com/watch?v=SgualzkwrE>

<https://www.youtube.com/watch?v=nowA3LfhBDs>

<https://www.youtube.com/watch?v=36zducUX16w>

<https://www.youtube.com/watch?v=ibL4wqLwk5E>

<https://www.youtube.com/watch?v=dzMTmWrSkVw>

<https://www.youtube.com/watch?v=3WUJ4axzFIU>

<https://www.youtube.com/watch?v=EPHHldyyFtM>

<https://www.youtube.com/watch?v=Xm8frqTZRVl>

<https://www.youtube.com/watch?v=NCmLFS2JOrc>

<https://www.youtube.com/watch?v=59tYHwJSg6s>

<https://www.youtube.com/watch?v=B5CU2gHU0cl>

https://en.wikipedia.org/wiki/Ubiquitous_computing

<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/pervasive-computing-ubiquitous-computing>

<https://www.ntop.org/ntop/monitoring-iot-and-fogcomputing-challenges-and-solutions/>

<https://www.businessnews.gr/article/18668/cisco-internet-things-iot-metamorfonei-epiheirimatikoys-kladoys>

<http://www.cloudbus.org/papers/IEEE-FogComputing2016.pdf>

<https://electronicssofthings.com/expert-opinion/fog-computing-relevance-iot/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17302121>

<https://www.tangleblog.com/2017/08/22/explaining-series-fog-computing-in-the-internet-of-things/>

<http://www.businessinsider.com/internet-of-things-cloud-computing-2016-10>

ΕΙΚΟΝΕΣ:

<https://www.androidpit.com/why-is-5g-so-important-for-the-internet-of-things>

<https://www.computerhope.com/jargon/c/cloud.jpg>

<https://diginomica.com/2015/12/08/does-multi-tenancy-really-matter-anymore/>

<https://www.stepupitservices.com/wp-content/uploads/2017/02/Virtualization-vs-traditional-server-model-600x400.png>

<https://www.linkedin.com/pulse/20140921193928-23699310-cloud-computing-benefits-and-challenges>

<http://osarena.net/sites/default/files/old-wp/2013/04/cloud-models.jpg>

<https://www.polarising.com/fog-computing/>

<https://www.infotechlead.com/big-data-2/big-data-analytics-reach-203-bn-2020-idc-42964>

<http://dataconomy.com/2014/05/ftc-call-regulation-big-data/>

<https://www.techexpert.com/fog-computing-important-cloud/>

<https://nordicapis.com/what-is-fog-computing/>

https://cdn.static-economist.com/sites/default/files/images/2016/03/blogs/buttonwoods-notebook/20160305_fnp501.jpg

<http://brandautopsy.com/2010/01/less-than-300-project-tradeoff.html>

<https://techsquare.co/events/greater-atlanta-iot-cyber-blur-2017/>

<https://www.terminalworks.com/blog/post/2017/05/13/fog-computing>

<https://img.banggood.com/images/oaupload/banggood/images/1B/58/2333b0dc-fd19-4c29-af06-73bca30f561a.gif>

<http://www.tec4sea.com/>

<http://www.dicca.unige.it/atashipour/index.php/research/shm>

<https://technofaq.org/posts/2016/09/uses-and-benefits-of-wireless-charging-in-smart-phones/>

<https://www.test-and-measurement-world.com/images/loT-vs-loE-vs-M2M.jpg>

<https://i.ytimg.com/vi/iAFKa0S9Jik/maxresdefault.jpg>

<https://lbsitbytes2010.wordpress.com/2013/03/19/ubiquitous-computing-2/>

<http://www.kurzweilai.net/how-the-internet-of-everything-will-change-the-world>

<https://i.ytimg.com/vi/0JCg0j6vUho/maxresdefault.jpg>

https://www.volkswagenag.com/presence/socialmedia/images/stage/Social-Media_Buehne1.jpg

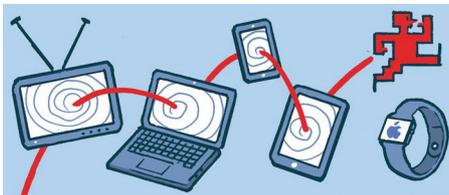
3.1 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα

Η συνδεσιμότητα των IoT τεχνολογιών μπορεί να κατηγοριοποιηθεί:

1. Συσκευή προς Συσκευή (Device to Device)
2. Συσκευή προς Δίαυλο Επικοινωνίας (Device to Gateway), Cloud (Device to Cloud)
3. Μοντέλο Ανταλλαγής Δεδομένων (Back-End Data Sharing Model)

3.1.1 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα/Συσκευή προς Συσκευή

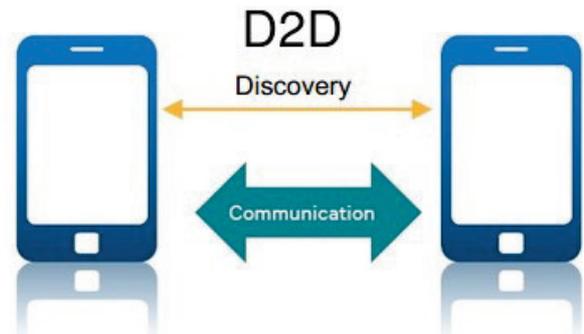
Αναφέρεται στην άμεση συνδεσιμότητα-επικοινωνία συσκευών που είναι άριστα



άμεσα συνδεδεμένες μεταξύ τους χωρίς κανέναν ενδιάμεσο (router, server, κτλ).

Βέβαια για να καταφέρουν δυο συσκευές IoT να επικοινωνήσουν μεταξύ τους όπως έχει αναφερθεί

κύρια προϋπόθεση είναι η χαμηλή κατανάλωση για αυτό τον λόγο αξιοποιούν πρωτόκολλα σύνδεσης όπου αυτοσκοπός τους είναι να λειτουργούν με μικρές απαιτήσεις ενέργειας. Γενικά προτιμάμε τις ασύρματες μέθοδοι λόγω της φορητότητας αλλά και τις ευκολίας που δίνεται στην σύνδεση των συσκευών καθώς και μικρότερο κόστος υλοποίησης.



Το **Bluetooth** είναι γνωστό σε όλους. Είναι μια ασύρματη τεχνολογία μικρών αποστάσεων για την σύνδεση προσωπικών δικτύων υπολογιστών (WPAN Wireless Personal Area Networks). Επιτρέπει την ταυτόχρονη σύνδεση έως 7 συσκευών slave στα πρότυπα σύνδεσης συσκευών προς συσκευών (point to point)

Χρησιμοποιεί μικροκύματα στην ελεύθερη μπάντα συχνοτήτων 2.4 GHz, ώστε οι ψηφιακές συσκευές να λειτουργούν απροβλημάτιστα χωρίς κάποια άδεια σε οποιοδήποτε μέρος του πλανήτη. Λόγο αυτού για να περιοριστούν οι παρεμβολές από αντίστοιχες συσκευές που χρησιμοποιούν την ελεύθερη συχνότητα των 2.4GHz εκμεταλλεύεται την μέθοδο ασύρματης μετάδοσης διασπορά φάσματός FHSS (Frequency Hopping). Ουσιαστικά η ενέργεια του σήματος κατανέμεται εσκεμμένα με εναλλαγή συχνοτήτων (FHSS Frequency Hopping) σε ένα πολύ μεγάλο φασματικό εύρος. Η εναλλαγή συχνοτήτων γίνεται ψευδοτυχαία από τον κεντρικό

κόμβο(Master). Αυτό προσφέρει μεγαλύτερη αντοχή σε δύσκολα περιβάλλοντα παράσιτων και παρεμβολών, καθώς και μεγαλύτερη αντοχή σε θέματα υποκλοπών. Με αυτά καλύπτει θέματα αξιοπιστίας. Πως όμως πετυχαίνει αυτή την πολυπόθητη χαμηλή κατανάλωση; Αρχικά ποσοτικοποιεί την κατανάλωση σε τρία επίπεδα ανάλογα την εμβέλεια επικοινωνίας (κάτω των 10 μέτρων). Εκτός αυτού γίνεται αντιληπτό ότι όσο πιο μεγάλο ρυθμό μετάδοσης υπάρχει, τόσο μικραίνει και η εμβέλεια και αυξάνεται η κατανάλωση. Για αυτό το λόγο το Bluetooth χρησιμοποιεί μετάδοση πολύ μικρών πακέτων δεδομένων με ρυθμούς περίπου στο 1 Mbps. Επίσης εισήχθη στην έκδοση 2.1 η τεχνολογία Sniff-Subrating. Όταν οι συσκευές bluetooth βρίσκονται σε κατάσταση αδράνειας για μεγάλο χρονικό διάστημα, η κατανάλωση τους χαμηλώνει σε πολύ χαμηλά ποσοστά. Δεν σταματάει όμως εδώ. Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα γίνονται πιο έξυπνα στην διαχείριση, καθώς ο controller του bluetooth θα ξεκινήσει επικοινωνία με τον host μόνο όταν κριθεί αναγκαίο για περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας.

Από το Bluetooth πιο εξελιγμένο είναι το **ZigBee**. Παρομοίως και το Bluetooth χρησιμοποιεί χαμηλή κατανάλωση ισχύος σε προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (WPAN Wireless Personal Area Networks). Οι συσκευές ZigBee είναι



οικονομικότερες από τις Bluetooth καθώς και μεταδίδουν μόνο μικρο όγκους δεδομένων και καταναλώνουν μικρές ποσότητες περίπου 1000 φορές λιγότερες από ένα

κινητό τηλέφωνο που θα μπορούσε ένα τηλεχειριστήριο να λειτουργεί μόνο με μια μπαταρία. Βασίζεται στο πρότυπο μετάδοσης IEEE 802.15.4 σε ελεύθερες συχνότητες 868, 915MHz και 2.4 Ghz με ρυθμό μεταφοράς δεδομένων 20kbps, 40kbps, 250Kbps καθώς και για την αποφυγή παρεμβολών χρησιμοποιούν τα πρότυπα CSMA-CA. Η εμβέλεια είναι αυξημένη σε σχέση με το Bluetooth θα μπορούσε δηλαδή κάποιος ακόμα και πίσω από ένα τοίχος να δίνει εντολές δεν είναι απαραίτητη η οπτική επαφή. Σε σχέση με το Bluetooth, το ZigBee

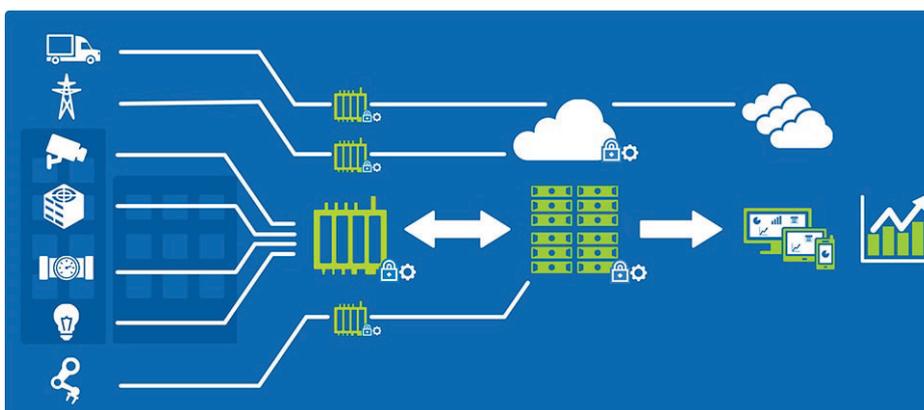
χρησιμοποιεί μικρούς ρυθμούς μετάδοσης. Καθώς και ότι η ασφάλεια του δεν είναι προαπαιτούμενο. Καθώς τέτοια απαίτηση θα αύξανε το κόστος και επειδή δεν μεταβαίνει ψευδοτυχαία σε άλλες συχνότητες όπως το Bluetooth έτσι και η σταθερότητα του δικτύου είναι ακόμη μικρότερη.



Εσύ είσαι έξυπνος. Το κινητό σου είναι έξυπνο. Μπορεί και το σπίτι του να γίνει έξυπνο. Όλη σου η ζωή μπορεί να περιβάλετε από έξυπνα πράγματα που εξυπηρετούν ένα σκοπό. Να κάνουν την μέρα σου καλύτερη. Σε οικιακά συστήματα αυτοματισμού χρησιμοποιείται το **Z-Wave**.

Η τεχνολογία αυτή ενοποιεί το σύνολο των συσκευών σε ένα ενσωματωμένο ασύρματο δίκτυο. Ακόμα και συσκευές που δεν υποστηρίζουν την τεχνολογία Z-Wave, μπορούν εύκολα με την σύνδεση μιας προσθήκης Z-Wave να μετατραπούν σε συμβατές. Κάτω από την οικογένεια συσκευών Z-Wave μπορεί η διαχείριση τους να γίνει από οπουδήποτε χρησιμοποιώντας ένα Η/Υ, Smartphone, Tablet, μέσω σύνδεσης στο Internet και λόγω της έξυπνης διαχείρισης μειώνεται την συνολική οικιακή κατανάλωση αλλά και το Z-Wave χρησιμοποιεί χαμηλής ισχύος σήματα. Πως γίνεται η σύνδεση σε ένα τέτοιο σύστημα. Αρχικά είναι ο ελεγκτής. Είναι ο εγκέφαλος, η καρδιά του συστήματος. Χρησιμοποιείται για να ελέγχει τα ασύρματα δίκτυα που υλοποιούνται κάτω από τα πρότυπα Z-Wave. Οποιαδήποτε άλλη συσκευή χαρακτηρίζεται από την χρήση της(αισθητήρας κίνησης, θερμοκρασίας κτλ)

3.1.2 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα/Συσκευή προς Cloud – Gateway



Εχει αναφερθεί τόσο η τεχνολογία Cloud όσο και η τεχνολογία IoT. Εδώ θα δούμε πως γίνεται η σύνδεση αυτών των δύο. Δηλαδή πως εφαρμόζονται τεχνολογίες – πρωτόκολλα όπου

συλλέγουν - στέλνουν με ασφαλή και αξιόπιστο τρόπο τα δεδομένα στο Cloud. Τέτοιες τεχνολογίες όπου συλλέγουν αυτές τις τεράστιες ποσότητες δεδομένων είναι για παράδειγμα οι ασύρματοι αισθητήρες και το RFID (Radio Frequency Identification). Ύστερα στέλνονται στο Cloud Computing όπου κάνει ακριβώς αυτό, επεξεργάζεται, αποθηκεύει και παρουσιάζει στον πελάτη. Αυτός είναι ένας τρόπος όπου οι χρήστες μπορούν να έχουν από οπουδήποτε και σχεδόν σε όλες τις συσκευές πρόσβαση στα δεδομένα και τις πληροφορίες που εκείνοι θέλουν να πληροφορηθούν. Είμαστε στον κόσμο της πληροφορίας και θα αναλύσουμε τους τρόπους όπου η πληροφορία φεύγει ή φτάνει στον τελικό χρήστη.

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΙοΤ

Το γνωστό σε όλους **HTTP** (HyperText Transfer Protocol) Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου. Δίνει την δυνατότητα να στέλνει τα δεδομένα από τον πελάτη στον εξυπηρετητή.

Το **TCP** (Transmission Control Protocol) Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς. Κάνει ακριβώς αυτό που λέει. Δηλαδή μεταφέρει και ελέγχει και επιβεβαιώνει μέχρι να γίνει χωρίς σφάλματα η αποστολή – λήψη των πακέτων δεδομένων.

Το **UDP** (User Datagram Protocol) Πρωτόκολλο Μεταφοράς. Είναι υπεύθυνο για την μεταφορά χωρίς να δίνει καμία εγγύηση για την ακεραιότητα των δεδομένων.

Το **IP** (Internet Protocol) Πρωτόκολλο Διαδικτύου. Είναι υπεύθυνο για την δρομολόγηση των πακέτων.

Το **TLS** (Transport Layer Security) προσφέρει ασφάλεια υποκλοπής. Είναι δηλαδή ένα πρωτόκολλο που εγγυάται στην επικοινωνία πελάτη – εξυπηρετητή (client – server) μέσω του διαδικτύου δεν πρόκειται να μπει κάποιος τρίτος στο περιεχόμενο της επικοινωνίας και να το υποκλέψει.

Το **DTLS** (Datagram Transport Layer Security) προσφέρει ασφάλεια υποκλοπής. Ακριβώς όπως και το TLS παρέχει ασφάλεια αλλά σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων που δεν διαθέτουν μηχανισμούς ασφάλειας.

Το **CoAP** (Constrained Application Protocol) Πρωτόκολλο Εφαρμογών με Περιορισμούς. Είναι ένα πρωτόκολλο λογισμικού που η χρήση του γίνεται σε WSN (Wireless Sensor Network – Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων) και δίνει την

δυνατότητα στους αισθητήρες να λειτουργούν ταυτόχρονα είτε ως εξυπηρετητές, είτε ως πελάτες, μέσα στο δίκτυο αισθητήρων αλλά και τους επιτρέπει να επικοινωνούν στο διαδίκτυο. Η επικοινωνία των συσκευών γίνεται με την χρήση του UDP και για την σύνδεση στο διαδίκτυο το πρωτόκολλο UDP μεταφράζεται σε HTTP καθώς στο UDP υπάρχει περιορισμένο overhead, δηλαδή πολύ χαμηλή επιβάρυνση του πρωτοκόλλου. Είναι πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό για την αποτελεσματικότητα στις συσκευές IoT όπου έχουν περιορισμένη μνήμη και κατανάλωση ενέργειας .

Το **MQTT** (Message Queuing Telemetry Transport) Πρωτόκολλο Μεταφοράς Τηλεμετρίας Μηνυμάτων. Είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί πάνω από το πρωτόκολλο TCP/IP για συνδέσεις όπου η θέση τους είναι απομακρυσμένη ή το εύρος ζώνης περιορισμένο. Μπορεί να εφαρμοστεί σε πλατφόρμες IoT σαν μέσον επικοινωνίας σε εφαρμογές M2M.

Ακριβώς και με τους ίδιους τρόπο γίνεται η επικοινωνία στους διαύλους επικοινωνίας **Gateway**. Όμως μια gateway συσκευή μπορεί από ένα σύνολο αισθητήρων, πριν σταλεί προς το cloud, να κάνει κάποια προεργασία. Δηλαδή να επεξεργαστεί, να ελέγχει, να απορρίψει, τα δεδομένα. Η συνδεσιμότητα από το Gateway με το Cloud υποστηρίζεται από IP v4/6. Αν και V6 του IP πρωτοκόλλου έχει καλύτερη δυνατότητα ποιότητας υπηρεσιών (QoS), μεγαλύτερη ασφάλεια από την v4 καθώς και μεγαλύτερο πλήθος διαθέσιμων διευθύνσεων IP και χάρις αυτού μπορεί να ρυθμίζει με πιο αποτελεσματικό και αυτόματο τρόπο τις συσκευές.

Τεχνολογίες Χαμηλής Ισχύος Ευρείας Περιοχής LPWA (Low Power Wide Area)



Μέχρι στιγμή σε αυτή την ενότητα είδαμε τα βασικά πρωτόκολλα που ευθύνονται και εργάζονται συστηματικά για να διασφαλίσουν την επικοινωνία των πραγμάτων.

Τα πρωτόκολλα όμως δεν είναι κάτι από γραμμές κώδικα, ένα σύνολο από κανόνες. Η βασική προϋπόθεση ύπαρξης των πρωτοκόλλων αυτών, είναι τα δίκτυα. Και τα κοινά συμβατικά δίκτυα δεν έχουν σχεδιαστεί για να εξυπηρετούν IoT συσκευές. Καθώς έχουν φτιαχτεί με άλλες προϋποθέσεις. Όπως να στέλνουν τεράστιους

όγκους δεδομένων και επακόλουθα να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας, μια πολυτέλεια που δεν μπορεί να έχει πάντα μια IoT συσκευή. Ο παράγοντας αυτός μας αναγκάζει να αντιμετωπίσουμε τους περιορισμούς και να απελευθερώσουμε τα δεσμά του. Μπορεί να γίνει κάτι τέτοιο; Αρχικά πρέπει να αλλάξουμε την προσέγγιση μας με στρατηγικό σχεδιασμό. Λύσει με απαιτήσεις μεγάλης κλίμακας και εμβέλειας επικοινωνίες ήταν η τεχνολογία 2G (GSM / GPRS). Λόγο του διακαού πόθου να προσφέρει όσο το δυνατόν, όλο και περισσότερες ταχύτητες, με την πάροδο των μετέπειτα χρόνων έγινε ο λόγος για την εξέλιξη των επικοινωνιακών standards 3G/4G και θα έχει και συνέχεια σε 5G. Καθώς συνέβαιναν όλα αυτά, ερχόμασταν όλο και πιο κοντά στην IoT. Μόνο που το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM Global System For Mobile communications) δεν προσαρμόστηκε και δεν άλλαξε για το IoT. Έτσι σήμερα με τα standard 2G/3G/4G δεν μπορούν να προσφερθούν ασύρματες υπηρεσίες για το IoT. Είναι ακατάλληλες λόγω υψηλής κατανάλωσης ενέργειας, μεγάλου κόστους αλλά και πολυπλοκότητας υλικού σε σχέση με τις απαιτήσεις του IoT. Έτσι δημιουργήθηκαν κάποιες επεκτάσεις από την 3GPP για IoT.

EC-GSM-IoT ή αλλιώς GSM IoT

Συχνότητες: GSM

Διαμόρφωση: TDMA/FDMA, GSMK, 8PSK

Ρυθμός δεδομένων: Downlink/Uplink 70kbps (GSMK), 240kbps (8PSK)

Τεχνολογία Duplex: Half Duplex και FDD

Ισχύ Εκπομπής: 33dbm, 23 dbm

Καθυστέρηση: 700ms μέχρι 2 δευτερόλεπτα

Εύρος Ζώνης: 200kHz ανά κανάλι



Το Ec-GSM-IoT είναι τεχνολογίας LPWA (Low Power Wide Area) χαμηλής ισχύος και ευρείας περιοχής, με μεγάλης χωρητικότητας και εμβέλειας.

Το βασικό χαρακτηριστικό είναι η χαμηλή κατανάλωση. Αφού η διάρκεια ζωής που προφέρει στην μπαταρία κυμαίνεται μέχρι τα 10 χρόνια. Μια άλλη δυνατότητα της τεχνολογίας αυτής, είναι

ότι μπορεί να συνυπάρχει με τις υπάρχουσες τεχνολογίες 2G 3G 4G . Με αυτό τον τρόπο μπορεί και έχει όλα τα ασφαλή χαρακτηριστικά που διέπουν οι τεχνολογίες κινητής τηλεφωνίας. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η εμπιστευτικότητα και η ακεραιότητα των δεδομένων, η αναγνώριση του εξοπλισμού αλλά και η ταυτοποίηση των χρηστών - οντοτήτων. Για όλους τους παραπάνω λόγους, μπορεί

να υποστηρίξει πλήθος εφαρμογών IoT και προβλέπεται να ξεκινήσει η εμπορική του διάθεση το 2017.

LTE-M

Συχνότητες: LTE

Διαμόρφωση: OFDMA (Downlink), SC-FDMA (Uplink), 15KHz Spacing Tone, Turbo code, 16QAM

Ρυθμός Δεδομένων: 1Mbps

Τεχνολογία Duplex: Full & Half Duplex, FDD & TDD

Ισχύ Εκπομπής: 23dbm, 20dbm

Εύρος Ζώνης: 1.08 MHz

Εξοικονόμηση Ενέργειας: PSM, ext. I-DRX, C-DRX

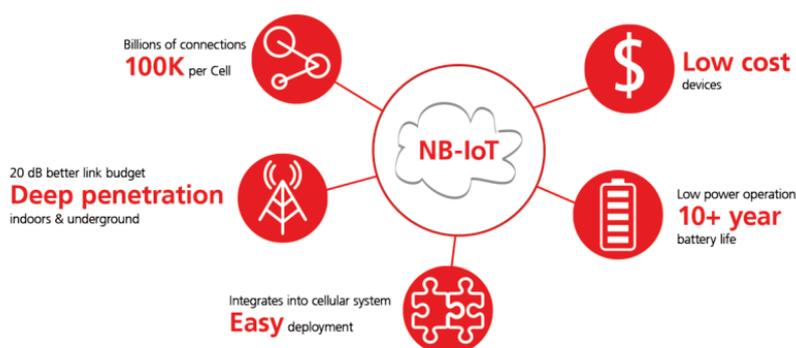


Το LTE-M είναι τεχνολογίας LPWA (Low Power Wide Area). Ανήκει στο πρότυπο τεχνολογίας LTE-MTC (Long-Term Evolution for Machines Type Communications) της 3GPP στις προδιαγραφές κωδικής ονομασίας LTE CatM1. Οι προδιαγραφές αυτές ορίζουν χαμηλή κατανάλωση ισχύος για κάλυψη ευρείας περιοχής,

εκτεταμένη κάλυψη, χαμηλή πολυπλοκότητας επιτρέποντας εκτός των άλλων και την αξιοποίησης εγκατεστημένης βάσης LTE. Φτηνή γιατί το κόστος των modem μειώνεται κατά 20-25% σε σχέση με τα EGPRS modem. Υπάρχει συμβατότητα με τις υπάρχουσες τεχνολογίες 2G 3G 4G. Όσο για την κατανάλωση την διατηρεί σε χαμηλά επίπεδα καθώς οι συσκευές σε κατάσταση αδράνειας, μπαίνουν σε λειτουργία εξοικονόμησης ενέργειας (PSM) και ξυπνούν μόνο περιοδικά (eDRX). Με αυτό τον τρόπο μπορεί και έχει όλα τα ασφαλή χαρακτηριστικά που διέπουν οι τεχνολογίες κινητής τηλεφωνίας. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η εμπιστευτικότητα και η ακεραιότητα των δεδομένων, η αναγνώριση του εξοπλισμού αλλά και η ταυτοποίηση των χρηστών – οντοτήτων. Προβλέπεται να ξεκινήσει η εμπορική του διάθεση το 2017 με το 2018.

NB-IoT ή LTE-M2

Δεν υπάρχουν standard καθώς είναι υπό πειραματικό στάδιο όμως πολλές μεγάλες εταιρίες στο εξωτερικό αλλά και στην χώρα μας, συμμετέχουν στην εφαρμογή του πρότυπου αυτού.



Αναμένεται να έχει την ικανότητα να συνδέει με αποτελεσματικό τρόπο, τεράστιο όγκο συσκευών (50.000 ανά κυψέλη) χρησιμοποιώντας ένα μέρος από το διαθέσιμο φάσμα και ακόμα να αυξήσει το εύρος κάλυψης του φτάνοντας ακόμα και σε υπόγεια. Αυτό που προβλέπεται από την τεχνολογία αυτή είναι να ελαχιστοποιεί την κατανάλωση και να αυξήσει την διάρκεια ζωής της μπαταρίας πάνω από 10 χρόνια, λόγω της απλουστευμένης μορφής της κυματομορφής. Καθώς με αυτό τον τρόπο τα modem θα καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια. Έτσι η επεξεργασία σήματος δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις. Το NB-IoT (Narrowband IoT) βασίζεται στην διαμόρφωση DSSS και σχεδιάζεται είτε ανεξάρτητα σε δικές του ζώνες συχνοτήτων, είτε σε αχρησιμοποιητές ζώνες (200KHz) που έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν από το GSM αλλά είτε ανάμεσα στις ζώνες ασφαλείας των συχνοτήτων ή να διατεθεί ένα μπόλ πόρων για τις ενέργειες του NB-IoT από τους σταθμούς βάσης LTE. Και εδώ φτάνει το τέλος για όλα όσα είναι γνωστά για NB-IoT. Εν καιρώ αναμένουμε περισσότερα...

Αναμένεται να διατεθεί εμπορικά μετά το 2018.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στο χώρο του LPWA, εταιρίες όπως LoRa και η Sigfox βγάζουν τα δικά τους πρότυπα (LoRaWAN, Sigfox) ασύρματης δικτύωσης στην αγορά απευθυνόμενες σε μικρές εταιρίες που θέλουν να δημιουργήσουν τα δικά τους ιδιωτικά LPWA, με χαμηλό κόστος, για να καλύψουν τις ανάγκες ασύρματης δικτύωσης LoT.

WiFi HaLow

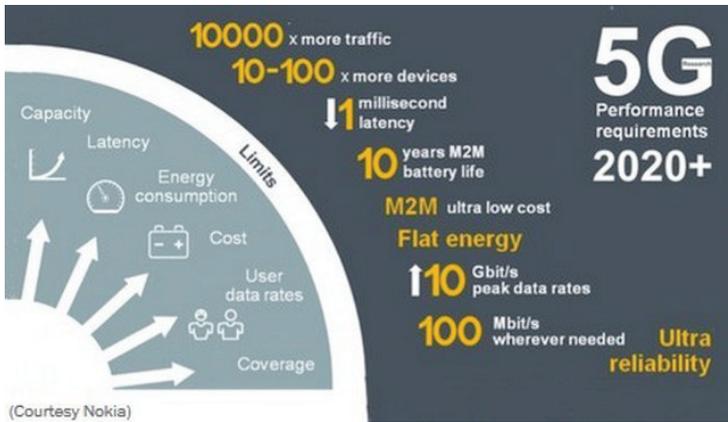
Η Wi-Fi Alliance ενσωμάτωσε την τεχνολογία IEEE 802.11ah και δημιουργεί την τεχνολογία Wi-Fi Alliance. Αντίθετα με το γνωστό Wi-Fi, το Wi-Fi HaLow λειτουργεί κάτω από τη ζώνης συχνοτήτων των gigahertz.



Λειτουργεί στα 900MHz και ουσιαστικά προσαρμόζεται στις IoT απαιτήσεις προσφέροντας μεγαλύτερη εμβέλεια για ακόμα πιο ισχυρή σύνδεση, σε δύσκολα περιβάλλοντα και χαμηλότερη κατανάλωση. Βρίσκει εφαρμογές στο Smart Home, και σε περιβάλλοντα

βιομηχανίας. Όλες οι συσκευές Wi-Fi HaLow θα υποστηρίζουν την συνδεσιμότητα βάσει IP έτσι γίνεται δυνατή η σύνδεση με το cloud

Πάμε να δούμε μια κλεφτή ματιά από το μέλλον;



Η ραγδαία ανάπτυξη τεχνολογιών ασύρματων δικτύων, αισθητήρων, συλλεκτών και πρωτοκόλλων επικοινωνίας σηματοδοτεί την ταχεία ανάπτυξη της **τεχνολογίας 5G της κινητής τηλεπικοινωνίας**. Είναι η γενιά που θα αλλάξει τα δεδομένα στην αγορά των τηλεπικοινωνιών. Τα 5G δίκτυα κινητών επικοινωνιών μαζί με το Internet of Things θα αλλάξουν

την καθημερινότητα από κάθε άποψη. Σύμφωνα με μελέτες της Ericsson Mobility Report έως το 2022 αναμένεται αύξηση των συνδρομητών της κινητής τηλεφωνίας κατά οκτώ δισεκατομμύρια. Αναμένεται να συνδέσει τα πάντα με τα πάντα και να προσαρμόζεται τις απαιτήσεις τις κάθε μια συσκευής ξεχωριστά. Πιστεύεται ότι οι ταχύτητες του θα είναι της τάξης των 800 Gbps με καθυστέρηση 1ms σε ένα εύρος ζώνης των 30-300GHz. Μερικές τεχνολογίες που θα εφαρμόσει είναι Full Duplex, Beamforming, Massive MIMO, Small Cell, Millimeter Waves. Είναι ο νικητής των τηλεπικοινωνιών.

Αν νομίζεται ότι τα έχετε δει όλα, ήρθε η ώρα να αλλάξετε γνώμη...

Γιατί το Wi-Fi βρήκε τον δάσκαλο του!

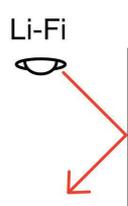
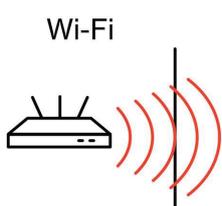
Και το όνομα αυτού είναι

Li-Fi (Light- Fidelity)

και γιατί;



Είναι πάνω από 100 φορές ταχύτερο από το Wi-Fi. Η μέτρηση που έγινε το 2015, το νέο σύστημα ασύρματης μετάδοσης, κατάφερε να πιάσει ταχύτητες της τάξης των 224 Gigabits το δευτερόλεπτο.



Θα φέρει την επανάσταση στην χρήση του διαδικτύου. Και πώς άλλωστε να μην το κάνει; Αφού χρησιμοποιεί το φως αντί ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς για την μετάδοση των δεδομένων. Και τι σημαίνει αυτό; Αυτό το κάνει

ενδιαφέρον, γιατί το φως δεν περνάει από τους τοίχους. Έτσι υπάρχουν σαθρά όρια έκτασης του. Κάτι που

προσφέρει ασφάλεια εκ φύσεως.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του είναι η τεχνολογία VLC (Visible Light Communication) όπου αξιοποιεί το φως από LED, σε συχνότητες 400 και 800 TeraHertz. Τέτοιες συχνότητες είναι ασύλληπτες για να τις “πιάσει” το μάτι.

Φανταστείτε μια λάμπα LED να είναι ταυτόχρονα και Li-Fi. Και αν μπορεί να κάνει κάτι τέτοιο μία λάμπα, σκεφτείτε πόσες λάμπες υπάρχουν μέσα σε μια πόλη, σε ολόκληρο τον κόσμο. Είναι πραγματικά τρελό! Φανταστείτε τα αυτοκίνητα να επικοινωνούν μεταξύ τους στο δρόμο, μέσα από τα ίδια τους τα



φώτα. Θα αλλάξει τελείως την νοοτροπία των Internet of Things. Φυσικά δεν πρόκειται να αντικαταστήσει το Wi-Fi άμεσα αλλά μπορεί να συνεργαστεί μαζί του για πιο γρήγορες ταχύτητες και μεγαλύτερη ασφάλεια. Το μέλλον φαντάζει φωτεινό και γρήγορο...

3.1.3 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Συνδεσιμότητα/Μοντέλο Ανταλλαγής Δεδομένων

Το μοντέλο sharing model αναφέρεται σε ένα μοντέλο επικοινωνίας που επιτρέπει τα μοιράζονται και να αξιοποιούνται τα δεδομένα από διαφορετικών πηγών σε διαφορετικών υπηρεσιών. Για παράδειγμα το σύνολο των δεδομένων από τους αισθητήρες IoT σε μια έξυπνη αναπτυγμένη πόλη, να μπορεί να αξιοποιηθεί σαν μέτρο σύγκριση και αξιολόγησης για την βελτίωση των υπηρεσιών σε μια έξυπνη υπανάπτυκτη πόλη. Δηλαδή να πάρει τα δεδομένα της αναπτυγμένης πόλης και να τα εφαρμόσει σε τυχόν αλγόριθμους συμφόρησης για την ρύθμιση της κυκλοφορίας ή για την βελτίωση παροχών υπηρεσιών και πολλά πολλά άλλα. Με αυτό τον τρόπο θα μπορούσε μια καλύτερη πόλη να βελτιώνει μια άλλη και αυτό να συνεχίσει μέχρι όλες μαζί συνολικά να παρουσιάζουν μια καλύτερη και πιο σταθερή εικόνα χωρίς μεγάλα χάσματα. Αφού όλες οι πόλεις μαζί, κάνουν back – end ανταλλαγή δεδομένων και η κάθε μια πόλη μπορεί να έχει εύκολη πρόσβαση στο cloud της άλλης και να αναλύει τα δεδομένα της και αξιοποιώντας αυτά τα δεδομένα με τέτοιο τρόπο που μπορούν να τις βελτιώσουν συνολικά. Έτσι βελτιώνετε η αποτελεσματική διαχείριση, η παραγωγικότητα και η οικονομία της χώρας συνολικά.

3.2 - Τεχνολογίες δικτύου Internet of Things/Αναφορά Βιβλιογραφίας

<https://el.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
<http://lisi.gr/bluetooth-4.0.html>
<http://helpguide.sony.net/mdr/1abt/v1/el/contents/TP0000775622.html>
<http://www.myphone.gr/library/article-39.html>
https://www.youtube.com/watch?v=TXmOpc5_PO8
<https://www.youtube.com/watch?v=0n1x-wxESaM>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee>
<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/ZigBee>
<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/zigbee/zigbee.php>
<http://www.microchip.com/design-centers/wireless-connectivity/embedded-wireless/802-15-4/zigbee-3-0>
<https://www.elprocus.com/what-is-zigbee-technology-architecture-and-its-applications/>
<http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=zigbee:zigbee>
<http://www.electronews.gr/2011/06/zigbee.html>
<https://www.mobilehome.gr/el/%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%BF-%CF%83%CF%80%CE%AF%CF%84%CE%B9>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>
http://www.zwave.gr/zwave_%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1.html
<https://ilektroaytomatismoi.blogspot.gr/2016/02/z-wave.html>
http://www.zwave.gr/zwave_standards.html
<http://www.zwave.gr/%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AD%CF%82.html>
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF_%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AC%CF%82_%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%BA%CE%B5%CE%B9%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF%CF%85
https://el.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol
<https://el.wikipedia.org/wiki/UDP>
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CF%8D%CE%B8%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7_IP
<https://el.wikipedia.org/wiki/TLS>
https://en.wikipedia.org/wiki/Datagram_Transport_Layer_Security
https://en.wikipedia.org/wiki/Constrained_Application_Protocol
<https://en.wikipedia.org/wiki/MQTT>
<https://www.ingenu.com/technology/rpma/lpwa/>
<https://www.gsma.com/iot/mobile-iot/>
<https://en.wikipedia.org/wiki/LPWAN>
https://www.sierrawireless.com/iot-blog/iot-blog/2016/07/what_is_lpwa_for_the_internet_of_things_part-1_the_thre_cs_of_iot/
<https://www.gemalto.com/review/Pages/1-in-4-wireless-IIoT-connections-will-use-LPWA-by-2025.aspx>
<https://exm.gr/nb-iot-netweek/>
<https://zarifopoulos.com/iot-devices-exploiting-next-generation-mobile-networks/>
<https://www.gsma.com/iot/extended-coverage-gsm-internet-of-things-ec-gsm-iot/>
<https://www.everythingrf.com/community/what-is-ec-gsm-iot>
<https://www.link-labs.com/blog/what-is-lte-m>

<https://www.quora.com/What-is-difference-between-LTE-and-LTE-M-What-about-technical-side>
<http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/lte-long-term-evolution/lte-m-m2m-machine-to-machine.php>
https://en.wikipedia.org/wiki/NarrowBand_IOT
https://www.cosmote.gr/fixed/corporate/details/-/asset_publisher/gLfnzjgW7PO/content/%CF%84%CE%BF-hub-raum-%CE%BC%CE%B5-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%BE%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-cosmote-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%85%CF%80%CF%84%CE%B5%CE%B9-%CF%84%CE%B9%CF%82-%CE%BD%CE%B5%CE%B5%CF%82-%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B9%CE%BF%CF%84-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CE%BD%CE%B1
<http://www.naftemporiki.gr/finance/story/1288881/i-proti-efarmogi-nb-iot-stin-ellada-apo-ti-vodafone>
<http://www.vodafone.com/business/iot/nb-iot>
<https://www.everythingrf.com/community/what-is-nb-iot>
<https://www.gsma.com/iot/narrow-band-internet-of-things-nb-iot/>
<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-halow>
<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/feature/IoT-battle-of-the-titans-Bluetooth-50-vs-Wi-Fi-HaLow>
https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ah
<https://www.networkcomputing.com/wireless/wifi-halow-promising-complicated/623968343>
<https://www.webopedia.com/TERM/W/wi-fi-halow.html>
www.eweek.com/small-business/wifi-alliance-introduces-long-range-wifi-halow.html
<http://www.extremetech.com/electronics/220355-next-generation-wi-fi-802-11ah-announced-with-almost-double-the-range-lower-power>
<https://en.wikipedia.org/wiki/5G>
<https://www.newsbeast.gr/technology/internet/arthro/2596719/ti-ine-to-diktio-5g-ke-pote-anamenete-na-kikloforisi>
<http://www.tovima.gr/society/article/?aid=902884>
<https://www.commscope.com/5G/>
<https://www.intel.com/content/www/us/en/wireless-network/5g-technology-overview.html>
<http://www.businessinsider.com/5g-speed-network-lte-2018-1>
https://www.youtube.com/watch?v=GEx_d0SjvS0
<https://www.youtube.com/watch?v=jQLY-WIkb0A>
<https://www.youtube.com/watch?v=P5AYRWvjivg>
<https://www.youtube.com/watch?v=Bdpl9M33QIM>
<https://www.youtube.com/watch?v=FfEuGOyqDUK>
<https://www.youtube.com/watch?v=ZSmGAK0JTn8>
<https://www.youtube.com/watch?v=WXFuG75Aof0>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Li-Fi>
<http://www.iefimerida.gr/news/237520/xehaste-wi-fi-erhetai-li-fi-kai-einai-100-fores-tahytero>
<http://www.liberal.gr/arthro/185873/technologia/2017/Li-Fi-auti-i-lampa-fernei-tachutato-internet-choris-tin-aktinobolia-tou-Wi-Fi.html>
<http://www.liberal.gr/arthro/185873/technologia/2017/Li-Fi-auti-i-lampa-fernei-tachutato-internet-choris-tin-aktinobolia-tou-Wi-Fi.html>
<https://www.sciencealert.com/li-fi-tested-in-the-real-world-for-the-first-time-is-100-times-faster-than-wi-fi>

<https://www.techworld.com/data/what-is-li-fi-everything-you-need-know-3632764/>

<http://www.econews.gr/2016/02/25/li-fi-led-mobilecongress-128734/>

<https://www.youtube.com/watch?v=wqH9KX9o0vg>

<https://www.youtube.com/watch?v=iHWIZsIBj3Q>

<https://www.youtube.com/watch?v=4ialQROGwZw>

<https://www.youtube.com/watch?v=O-ncPjD1leY>

<https://www.youtube.com/watch?v=wQTlqlwvs8E>

ΕΙΚΟΝΕΣ:

<http://www.konure.com/it/2015/03/p2p-for-mobile.html>

<https://adexchanger.com/data-exchanges/a-marketers-guide-to-cross-device-identity/>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appventions.bluetoothtogglepro>

<http://www.goodnewsfinland.com/feature/finland-makes-iot-connection/>

<https://www.pcworld.com/article/2849172/zigbee-30-promises-one-standard-for-many-uses.html>

<https://www.u-blox.com/de/blog/innovation/iot-and-four-reasons-why-licensed-spectrum-technologies-have-been-worth-wait>

<http://www.z-wave.com/>

<https://iot.do/li-fi-wireless-technology-2017-12>

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-26/meet-li-fi-internet-using-led-light-waves>

<http://www.siliconinvestor.com/subject.aspx?subjectid=59647>

https://www.legitreviews.com/longer-range-900mhz-wi-fi-halow-introduced-2_177063

<https://www.versatek.com/blog/how-li-fi-technology-will-make-wi-fi-nearly-obsolete/>

<https://i.ytimg.com/vi/wqH9KX9o0vg/maxresdefault.jpg>

https://halberdbastion.com/sites/default/files/styles/medium/public/2017-06/EC-GSM-IoT-GSMA-Logo.png?itok=jXN8_IzM

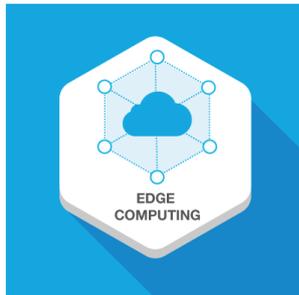
<https://www.extremetech.com/mobile/110711-what-is-lte>

https://pbs.twimg.com/profile_images/799266017868390400/F7dNTJuc.jpg

<http://www.dell.com/gr/enterprise/p/dell-edge-gateway-5100/pd>

<https://www.networkworld.com/article/3008495/internet-of-things/with-internet-connection-reaching-new-heights-itu-looks-to-the-iot.html>

Κεφάλαιο 4.0 - Internet of Things και Edge Computing

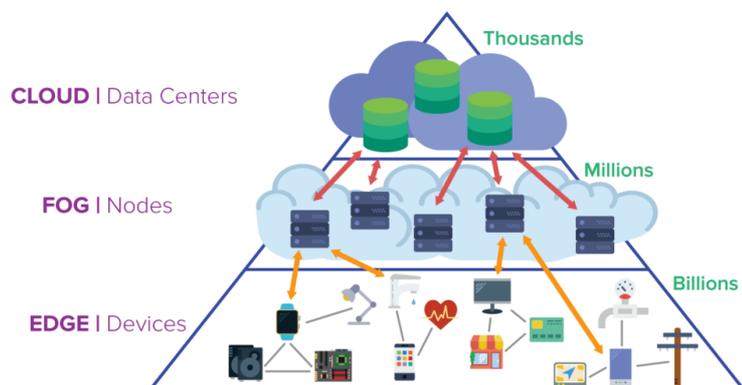


Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε μια άλλη πλευρά του Internet of Things. Είναι η πλευρά που δίνει την δυνατότητα στα πράγματα να “σκέφτονται”. Κάποιες φορές είναι σημαντικό αφού “μαζέψουν” τα δεδομένα από τα αντικείμενα τους, να μπορεί να γίνει η επεξεργασία τους επιτόπου, για λόγους απαιτήσεων. Ένα παράδειγμα είναι η υγειονομική περίθαλψη. Ένας καρδιολόγος που παρακολουθεί από το τερματικό του, σε

πραγματικό χρόνο, τους ασθενής του. Σε μια τέτοια περίπτωση δεν χωράει περιθώριο καθυστέρησης, λάθους – βλάβη από το δίκτυο, που όσο τέλειο και να είναι μπορεί να συμβεί. Άρα επειδή η επεξεργασία γίνεται στα άκρα του δικτύου και δεν χρειάζεται να ταξιδέψει στο δίκτυο σε κάποιο υπολογιστικό κέντρο, είμαστε σίγουροι ότι όντως τα δεδομένα είναι σε πραγματικό χρόνο χωρίς περιθώριο λάθους από το δίκτυο. Αντί να στέλνουμε τα δεδομένα στο Cloud, ένα μέρος ή το σύνολο τους επεξεργάζονται επιτόπου από τους ίδιους τους αισθητήρες. Αυτή η διαδικασία δεν είναι άλλη από το Edge Computing. Το IoT την έχει ανάγκη αυτή την τεχνολογία γιατί όπως έχει αναφερθεί, στο μέλλον λόγω του μεγέθους των δεδομένων και των συσκευών που θα “πέσουν” στο δίκτυο θα δημιουργηθούν προβλήματα συμφόρησης και η προσέγγιση του Edge Computing είναι ένας από τους αποτρεπτικούς παράγοντες. Αλλά ας ξεκινήσουμε από την αρχή. Το Edge Computing χρησιμοποιείτε για να πάρει ένα μέρος από την δουλειά του Cloud Computing. Με αυτό τον τρόπο φεύγει ένα μέρος ή ολόκληρη η διεργασία από το Cloud και έρχεται κοντά στην χρήση. Έτσι αυξάνουμε και την απόδοση του δικτύου αλλά και την απόδοση του

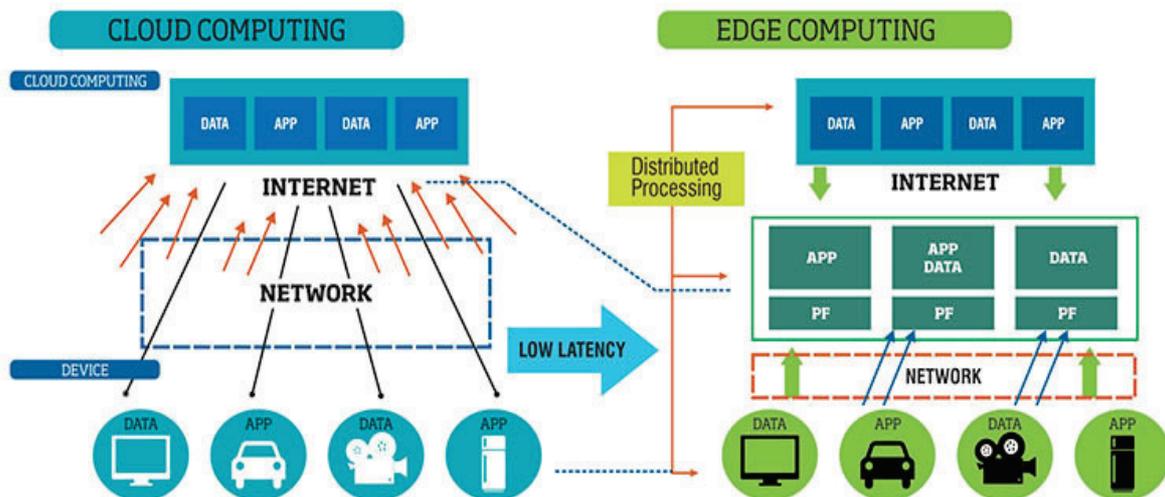
Cloud. Επιπλέον δίνει την δυνατότητα στα πράγματα να μην χρειάζεται να είναι μόνιμα συνδεδεμένα στο Internet αφού η επεξεργασία μπορεί να γίνει τοπικά από τους ίδιους τους αισθητήρες. Μα είναι αισθητήρες... Δεν έχουν μεγάλη αυτονομία. Εδώ

κόβουμε την λειτουργία τους για να μπορούν να κρατήσουν η λειτουργία τους για ένα εύλογο χρονικό διάστημα και πάμε να βάλουμε και ένα επιπλέον βάρος πάνω τους; Η αλήθεια είναι ότι προσπαθούμε όπως σε όλα τα πράγματα να βρούμε την χρυσή



τομή. Προσπαθούμε να καλύψουμε όσο περισσότερες διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης μπορούμε με διαφορετικές προσεγγίσεις, είτε Cloud Computing, είτε Edge Computing. Για αυτό τον λόγο κοιτάμε τι πόρους έχουμε διαθέσιμους και τι ζητάμε, ποιες είναι οι απαιτήσεις δηλαδή. Προφανώς σε ένα εξαιρετικά δύσκολο περιβάλλον που δεν μπορεί να γίνει επαναφόρτιση της μπαταρίας ή τέλος πάντων να υπάρχει μια μη πεπερασμένη πηγή ενέργειας ή ακόμα να μπορεί να γίνει εύκολη αντικατάσταση των αισθητήρων δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε την τεχνολογία αυτή. Η λογική είναι όχι να ρίξουμε το βάρος σε έναν αισθητήρα κάθε φορά αλλά μια διεργασία να την μοιράσουμε κατανεμημένα στους αισθητήρες και ο καθένας να αναλάβει ένα μικρό κομμάτι. Μιλάμε για γρήγορους υπολογισμούς και όχι βαριές διεργασίες, δεν έχουν υψηλές υπολογιστικές απαιτήσεις. Έτσι ούτε θα χρειαστεί μεγάλη ισχύς αλλά και λόγω της κατανεμημένης αρχιτεκτονικής, η όποια απαίτηση ισχύς για επεξεργασία θα μοιραστεί στις συσκευές. Έτσι μπορεί ένας αισθητήρας να έχει μικρή επεξεργαστική ισχύς αλλά στο σύνολο των αισθητήρων να δημιουργούν μια ικανοποιητική κατανεμημένη μονάδα επεξεργασία χαμηλής κατανάλωσης.

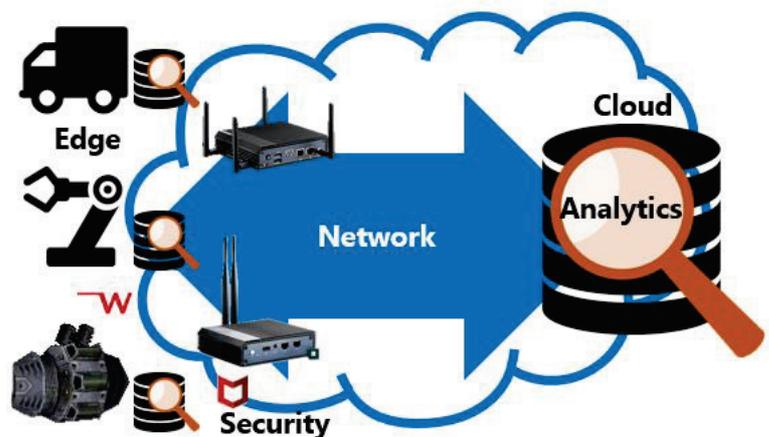
4.1 - Internet of Things και Edge Computing/Εφαρμογή Edge Computing με το IoT



Που μπορεί να εφαρμοστεί το Edge Computing και τι σχέση έχει με το IoT; Μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές που δεν υπάρχουν υψηλές ταχύτητες διαδικτύου. Ας υποθέσουμε μια αγροτική περιοχή όπου υπάρχει η ανάγκη των Internet of Things. Ένας παραγωγός θέλει να ενημερώνεται για την κατάσταση της μονάδας του, αλλά αυτή βρίσκεται στο βουνό. Η μόνο πρόσβαση στο Internet είναι μέσω κινητής τηλεφωνίας και αυτή παλιάς τεχνολογίας 2G. Όμως και η κάθε

ποσότητα δεδομένων που εισέρχεται από την μονάδα του παραγωγού στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών στον παραγωγό κοστίζει. Καθώς λοιπόν θέλει να ρίξει το κόστος των λειτουργικών εξόδων του IoT αλλά και επειδή δεν υπάρχουν υψηλές ταχύτητες στην περιοχή η λύση του Edge Computing σε αυτή την περίπτωση φαίνεται ιδανική. Δεν χρειάζεται να στέλνονται στο Cloud δεδομένα κάθε 1 δευτερόλεπτο γιατί η επεξεργασία τους γίνεται από τους Edge αισθητήρες και η αποστολή των δεδομένων γίνεται κατά απαίτηση παρουσίασης στον χρήστη και αυτά τα δεδομένα έχουμε φροντίσει να είναι αντίστοιχα στις δυνατότητες του 2G.

Μπορεί να υπάρχει μια μέση κατάσταση των πραγμάτων. Δηλαδή να υπάρχει απαίτηση για βαριές διεργασίες όπου αυτές να στέλνονται στο Cloud και κάποιες άλλες να επεξεργάζονται τοπικά το λεγόμενο και ως Fog Computing. Όπως και να έχει προσπαθούμε να καλύψουμε όλες τις περιπτώσεις χρήσης του IoT με τεχνολογίες όπως είδαμε : Cloud Computing, Fog Computing και Edge Computing.



Στόχος του IoT είναι να μπορεί με αυτούς τους τρόπους να εφαρμοστεί παντού. Το Edge Computing προσφέρει στα IoT είναι η καλύτερη ποιότητα υπηρεσίας (QoS) λόγο ότι μειώνει το κόστος μετάδοσης, συρρικνώνει την καθυστέρηση και μειώνει σημαντικά τον όγκο των δεδομένων προς το δίκτυο. Αυτό είναι πολύ αποτελεσματικό γιατί μειώνει την διαδικτυακή συμφόρηση άρα και μια πιθανή αποτυχία του δικτύου και είναι πολύ ευεργετικό κυρίως σε αστικά κέντρα. Βελτιώνει την παραγωγικότητα στα υπολογιστικά κέντρα, αφού μειώνει την εξάρτηση που έχει από αυτά, απελευθερώνοντας πόρους για να ασχοληθούν με πιο βαριές διεργασίες που πραγματικά χρειάζονται ισχύς. Η ασφάλεια είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι αν και τα δεδομένα σε όλες τις περιπτώσεις είναι κρυπτογραφημένα, η όλη διαδικασία του Edge Computing κατά κύριο λόγο κρατάει τα δεδομένα στον πυρήνα του δικτύου μιας επιχείρησης και δεν τα απελευθερώνει συνεχώς στο διαδίκτυο. Κάτι το οποίο είναι πού σημαντικό γιατί προστατεύονται από το τείχος προστασίας της ίδιας της επιχείρησης. Αλλά μπορεί να υπάρχει επέκταση της δυνατότητας υπολογιστικής ισχύς με την μέθοδο Virtualization. Δηλαδή ομαδοποιεί λογικά την δυνατότητα επεξεργασίας του συστήματος με βάση

τις απαιτήσεις που έχει και μάλιστα σε πραγματικό χρόνο. Άλλη περίπτωση της τεχνολογίας Edge Computing που σχετίζεται με το IoT είναι τα αυτόνομα οχήματα. Ένα αυτόνομο όχημα που με την σημερινή κατάσταση των τηλεπικοινωνιακών δικτύων δεν είναι πάντα σίγουρο ότι θα έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο αλλά και η πρόσβαση στο Cloud Computing δεν είναι συνετή λύση. Η Intel εκτιμά ότι τα αυτόνομα οχήματα με εκατοντάδες αισθητήρες που διαθέτουν παράγουν δεδομένα της τάξεως των 40 TB κάθε οκτώ ώρες οδήγησης. Είναι λοιπόν πράχτηκα άσκοπο και υψηλά δαπανηρό και λιγότερο ασφαλές αυτά τα δεδομένα να στέλνονται στο σύννεφο. Αντίθετα ένα αυτόνομο όχημα έχει όλη την ισχύς που απαιτείται για να επεξεργαστεί αυτά τα μεγάλα δεδομένα, τοπικά που οι ίδιες οι απαιτήσεις ζητούν σκληρά συστήματα πραγματικού χρόνου επεξεργασίας, που το Cloud δεν μπορεί να καλύψει. Η πιθανότητα λάθους πρέπει να είναι εξαιρετικά χαμηλή. Γιατί θα επηρεάσει την ανταπόκριση αλλά και την στοχαστικότερη ανάλυση και λήψη αποφάσεων. Το όχημα πρέπει να αλλάξει πορεία, να επιταχύνει, να φρενάρει, απόλυτα σε κλάσματα του δευτερολέπτου. Όποιο λάθος περί αυτού, μπορεί να αποβεί μοιραίο. Στο μέλλον λοιπόν φαίνεται να αναπτύσσετε μια τεχνολογία που λέγετε Mobile Edge Computing. Προσφέρει επεξεργαστική ισχύ, στις άκρες του κυψελοειδούς δικτύου. Σε μια πρωτοβουλία του 5G Innovators σε συνεργασία GE, Intel, Ericsson, Honeywell και UC Barkley σχεδιάζεται για περιπτώσεις χρήσης της βιομηχανίας που θέλουν να βελτιστοποιήσουν τις λειτουργίες τους, από την άκρη στο σύννεφο. Βλέπουμε λοιπόν ότι η τεχνολογία IoT για να καλύψει τις ανάγκες προσαρμόζεται στις απαιτήσεις που υπάρχουν. Αναμφίβολα οι τεχνολογίες Computing είναι αναδυόμενες τεχνολογίες που επιτρέπουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό της ανθρωπότητας. Η τεχνολογία IoT αποτελείται από πράγματα που επιτρέπουν ένα έξυπνο μέλλον για μας. Μεγάλα δεδομένα, αισθητήρες όπου η δράση τους κάνουν την ζωή μας εύκολη, γρήγορη και αποτελεσματική.

4.2 - Internet of Things και Edge Computing/Αναφορά Βιβλιογραφίας

https://en.wikipedia.org/wiki/Edge_computing

<https://www.networkworld.com/article/3224893/internet-of-things/what-is-edge-computing-and-how-it-s-changing-the-network.html>

<https://www.ge.com/digital/blog/what-edge-computing>

<http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/edge-computing>

<https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/edge-computing-iot/>

<https://www.networkworld.com/article/3234708/internet-of-things/why-edge-computing-is-critical-for-the-iot.html>

<https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/edge-computing-iot/>

<https://www.networkcomputing.com/data-centers/managing-iot-edge-computing/1075343765>

<http://www.businessinsider.com/edge-computing-in-the-iot-forecasts-key-benefits-and-top-industries-adopting-an-analytics-model-that-improves-processing-and-cuts-costs-2016-7>

<https://blogs.microsoft.com/iot/2017/09/19/five-ways-edge-computing-will-transform-business/>

<https://www.iiot-now.com/2017/08/29/65424-edge-computing-squares-off-iiot-cloud-data-needs/>

<https://www.linux.com/news/three-steps-blend-cloud-and-edge-computing-iiot>

<https://www.linkedin.com/pulse/edge-computing-key-smart-cities-internet-things-iiot-robyn-goldstone>

<https://globenewswire.com/news-release/2017/09/27/1133857/0/en/NXP-Leverages-Google-s-Cloud-IoT-Core-to-Enable-Smart-Devices-for-Edge-Computing.html>

<http://analytics-magazine.org/edge-computing-deep-dive-edge-iiot-analytics/>

<https://www.digiblitz.com/iiot-fog-edge-computing/>

<https://info.opto22.com/fog-vs-edge-computing>

Εικόνες:

<https://industrial-iiot.com/2017/04/where-is-the-edge/>

<https://www.openautomationsoftware.com/blog/iiot-edge-computing-vs-cloud-computing/>

<https://www.collabertact.com/cloud-different-edge-iiot-environment/>

<https://www.pubnub.com/blog/moving-the-cloud-to-the-edge-computing/>

Κεφάλαιο 5.0 - Προσομοιωτές Internet of Things

Έρθε ο καιρός να πάμε από την θεωρία στην πράξη...

Στα προηγούμενα κεφάλαια μάθαμε για το Internet of Things...

Είδαμε τεχνολογίες που δουλεύουν κάτω από την ομπρέλα του IoT, εκείνα τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιεί για να πετύχει αυτήν την πολυπόθητη χαμηλή κατανάλωση χωρίς όμως να χάνει την αξιοπιστία του. Εξετάσαμε και αναφέραμε προβλέψεις “γιγάντων” εταιριών στο χώρο αυτό, για το τι μέλλει γενέσθαι, δηλαδή τι πρόκειται να συμβεί στο μέλλον. Ποιες είναι οι απαιτήσεις που θα υπάρξουν στο μέλλον αλλά και ποια είναι τα σχέδια εκείνα που όχι απλά θα καλύψουν τις ανάγκες μας αλλά θα κάνουν την ζωή μας πιο απλή αλλά και πιο οργανωμένη, πιο γρήγορη από ποτέ.

Τώρα όμως το ταξίδι μας θα αλλάξει ρότα... Η γραμμή πλεύση μας θα είναι διαφορετική. Από την θεωρία θα μεταβούμε στην πράξη και αυτό γιατί θα μας βοηθήσει να αντιληφθούμε καλύτερα τον κόσμο του Internet of Things. Πάμε λοιπόν να δούμε τα έργα των πραγμάτων!

Σε αυτό το σημείο θα αναφέρουμε μερικούς προσομοιωτές που είναι ικανοί να προσομοιώσουν την τεχνολογία IoT. Κάποιοι από αυτούς είναι δωρεάν και κάποιοι επί πληρωμή.

1. [Iotify](#)
2. [MATLAB](#)
3. [Netsim](#)
4. [BevyWise](#)
5. [IBM Bluemix](#)
6. [Seebo](#)
7. [SimpleIoT Simulator](#)
8. [NodeRed](#)
9. [FIT/IoT Lab](#)
10. [Cooja/Contiki](#)
11. [CupCarbon](#)

12. [mnubo](#)
13. [Ansys](#)
14. [OracleIoT](#)
15. [Swarm](#)
16. [Axeda](#)
17. [OpenRemote](#)
18. [Etherios](#)
19. [ioBridge](#)
20. [SAP Internet of Things Solutions](#)
21. [Zatar](#)
22. [ThingWorx](#)
23. [Arrayent](#)
24. [Sine-Wave Technologies](#)
25. [Ayla Networks](#)
26. [Echelon](#)
27. [EVERYTHING](#)
28. [Exosite](#)
29. [Xively](#)
30. [Marvell](#)
31. [Carriots](#)
32. [Arkessa](#)
33. [GroveStreams](#)
34. [CeNSE by HP](#)
35. [ARM](#)
36. [Nimbits](#)
37. [Open Sen.se](#)
38. [Paraimpu](#)
39. [Sociot.al](#)
40. [NewAer](#)

41. [SensorCloud](#)
42. [ThingSpeak](#)
43. [Yaler](#)
44. [Jasper](#)
45. [XobXob](#)
46. [Linkafy](#)
47. [Revolv](#)
48. [Wind River](#)
49. [Wovyn](#)
50. [InfoBright](#)
51. [2lemetry](#)
52. [AllJoyn](#)
53. [InterDigital](#)
54. [HarvestGeek](#)
55. [MediaTek Labs](#)
56. [Superflux Internet of Things Academy \(IoTA\)](#)
57. [Streamlite LTE](#)
58. [Bosch Software Innovations Suite](#)
59. [RIoTboard](#)

5.1 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εισαγωγή στο Contiki-Cooja

Στο σύνολο τους είναι εξαιρετικά και πολύ ενδιαφέρον εργαλεία κάποια είναι πιο φιλικά στο χρήστη και κάποια είναι πιο προχωρημένα.

Εμείς θα ασχοληθούμε με το [Cooja/Contiki](#). Το Contiki είναι ένα ανοιχτού κώδικα λειτουργικό Σύστημα για ασύρματες συσκευές IoT με περιορισμένη μνήμη. Ο δημιουργός αυτού το φιλόδοξου εργαλείου είναι ο Adam Dunkels όπου το δημιούργησε το 2002 και στην συνέχεια αναπτύχθηκε από την Texas Instruments, Atmel, Cisco, Redwire, από το Ελβετικό Ομοσπονδιακό Τεχνολογικό Ινστιτούτο στην Ζυρίχη της Ελβετίας (ETH), από το Ρηνανικό-Βεσφαλικό Πολυτεχνείο στο Άαχεν στην Γερμανία (RWTH), από το Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης, από το Σουηδικό Ινστιτούτο Πληροφορικής, από μία παγκόσμια κοινότητα προγραμματιστών, από την Ιταλική Εθνική Υπηρεσία για Νέες Τεχνολογίες, Ενέργεια και Οικονομική Ανάπτυξη (ENEA), από την ST Microelectronics, από την SAP, από την Sensinode, από την Zolertia και πολλοί άλλοι.

5.1.1 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εισαγωγή στο Contiki-Cooja/Τι το κάνει και κερδίζει τόση μεγάλη προσοχή και να χαίρει τόση μεγάλη υποστήριξης;

Οι λόγοι για αυτό είναι πάρα πολλοί.

Αρχικά το ίδιο το Contiki είναι ανοιχτού κώδικα που εκδίδεται με άδεια BSD. Ο ελαφρύς προγραμματισμός του πυρήνα του, η ενσωματωμένη στοίβα UIP(micro IP). Πρόκειται για μια εφαρμογή ανοιχτού κώδικα της στοίβας TCP/IP που δημιουργήθηκε από τον δημιουργό του Contiki και προορίζεται για χρήση σε συστήματα χαμηλών απαιτήσεων (μικροελεγκτές 8 και 16 bit) και η οποία παρέχει δικτύωση IPv4 και η στοίβα UIPv6 παρέχει δικτύωση IPv6. Ακόμα το UIPv6 παρέχει το πρωτόκολλο δρομολόγησης RPL (Routing Power Lost). Είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης που κύριος στόχος του είναι να παρέχει αποδοτικά μονοπάτια. Υποστηρίζει τον υπολογισμό και εγκατάσταση μονοπατιών δρομολόγησης δρομολόγησης Point to Multipoint (P2MP), Multipoint to Point (MP2P) και Point-to-Point (P2P) σε δικτυακές εφαρμογές χαμηλής κατανάλωσης ακόμα και σε σκληρό περιβάλλον με μεγάλης απώλειας δικτύου. Χαρακτηρίζεται ως distance vector και κάνει χρήση του BellmanFord αλγόριθμου. Περιλαμβάνει δυναμικές μετρικές συνδέσμων και έτσι εγγυάται την αξιοπιστία του δικτύου. Έχει την δυνατότητα της δυναμικής προσαρμογής αφού ανακάμπτει από συνδέσεις που δεν είναι πλέον διαθέσιμες. Αφού οι κόμβοι που το χρησιμοποιούν λειτουργούν έξυπνα και στο σύνολο τους είναι σαν ένας μεγάλος εγκέφαλος γιατί μπορούν να ανακαλύπτουν,

να υπολογίζουν και να εγκαθιστούν διαδρομές (routes) αυτόνομα. Σχηματίζουν Directed Acyclic Graphs (DAGs), δηλαδή γράφους που δεν σχηματίζουν κύκλους, οι οποίοι επιτρέπουν σε κάθε κόμβο να επιλέγει και να διατηρεί άλλους κόμβους ως πιθανούς πατέρες στο δένδρο (συνήθως πάνω από έναν) για την δρομολόγηση μέσα στο RPL δίκτυο προς την ρίζα του δικτύου (root). Το UIPv6 παρέχει ακόμα το 6LoWPAN τον μηχανισμό συμπίεσης κεφαλίδων που επιτρέπει την αποστολή και λήψη πακέτων για IEEE 802.15.4 συνδέσεις. Προορίζεται για ραδιοεπικοινωνίες χαμηλής κατανάλωσης και χαμηλής ταχύτητας και εφαρμογές χαμηλών απαιτήσεων που χρειάζονται ασύρματη σύνδεση στο διαδίκτυο. Επίσης υποστηρίζει την στοίβα Rime η οποία είναι ένα σύνολο εναλλακτικών προσαρμοσμένων πρωτοκόλλων αποκλειστικά για χαμηλών απαιτήσεων δίκτυα όταν η επιβάρυνση των IP v4 και v6 είναι απαγορευτική. Το Rime χρησιμοποιεί πρότυπα όπως είναι το single-hop unicast, single-hop broadcast, multi-hop unicast, πλημμύρες δικτύου και συλλογή δεδομένων χωρίς κάποια διεύθυνση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε μόνα τους, είτε συνδυαστικά σχηματίζοντας ένα πιο σύνθετο μείγμα μηχανισμών πρωτοκόλλου. Το σύστημα Contiki προσφέρει ένα σύνολο μηχανισμών χαμηλής κατανάλωσης για ασύρματους αισθητήρες που λειτουργούν με μπαταρία και ίσως χρειάζεται να παρέχουν για χρόνια αυτονομία χωρίς κάποια συντήρηση. Ο μηχανισμός προεπιλογής για αυτή την λειτουργία είναι ο ContikiMAC radio duty cycling μηχανισμό. Όπου οι κόμβοι μπορούν να εκτελούνται σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης και μπορούν να ξυπνάνε για να λάβουν και να μεταδώσουν μηνύματα .

Ακόμα παρέχει υποστηρίζει Constrained Application Protocol (COAP). Το περιορισμένο πρωτόκολλο εφαρμογής εξειδικεύεται σε κόμβους χαμηλής κατανάλωσης να επικοινωνούν με το Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας παρόμοια πρωτόκολλα. Ουσιαστικά πρόκειται για την light μορφή του http όπου ικανοποιεί τις χαμηλές απαιτήσεις των συσκευών. Το Contiki υποστηρίζει και τα πολύ γνωστά TCP, UDP και HTTP. Επίσης προσφέρει multitasking και multithreading και χρειάζεται περίπου 10 kilobytes RAM και 30 kilobytes ROM και υποστηρίζει γραφικό περιβάλλον χρήστη με επιπλέον 30 kilobytes RAM, καθώς και η κατανάλωση του περιορίζεται της τάξης των milliwatts, η ταχύτητα επεξεργασίας περιορίζεται σε megaHertz και το εύρος ζώνης σε kilobits ροές δεδομένων. Αυτά τα χαρακτηριστικά το προσδιορίζουν ένα πλήρες σύστημα το οποίο έχει σχεδιαστεί για συσκευές υλικού με χαμηλές απαιτήσεις και εξαιρετικά ιδανικό για IoT.

5.1.2 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εισαγωγή στο Contiki-Cooja/Που γίνεται χρήση του και ποιά είναι η χρησιμότητα του;

Μπορεί να τρέξει σε μια μεγάλη γκάμα από κονσόλες και οι εφαρμογές γράφονται σε γλώσσα C#.

Χρησιμοποιείται σε συσκευές όπως είναι microcontrollers ή διάφορα board όπως είναι sky board, zolertia, arduino κτλ.

Όλες οι παραπάνω συσκευές χαρακτηρίζονται από μικρό κόστος και περιορισμένη μνήμη. Χρησιμοποιείται σε διάφορα παραδείγματα που περιλαμβάνουν διάφορες μετρήσεις σε έξυπνες πόλεις δηλαδή μέτρηση της υγρασίας, της θερμοκρασίας. Σε συστήματα ασφαλείας(π.χ συναγερμοί) και σε πολλές άλλες δραστηριότητες.

5.2 - Προσομοιωτές Internet of Things/Οδηγός Εγκατάσταση

Το σύστημα Contiki περιλαμβάνει ένα προσομοιωτή που ονομάζεται Cooja. Είναι ο προσομοιωτής που θα δουλέψουμε και προσομοιώνει δίκτυα κόμβων. Η Contiki χρησιμοποιεί έναν εύκολο τρόπο εγκατάστασης ονομαζόμενο και ως Instant Contiki. Βασίζεται στα Ubuntu Linux και είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον Ubuntu Virtual Machine.

Εμείς στο συγκεκριμένο παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε τον VMWare player, οπότε προϋποθέτετε η ύπαρξη του συγκεκριμένου player στο σύστημα μας.

Οδηγός Εγκατάσταση Cooja 2.7

Ο οδηγός αποτελείται από 3 Βήματα.

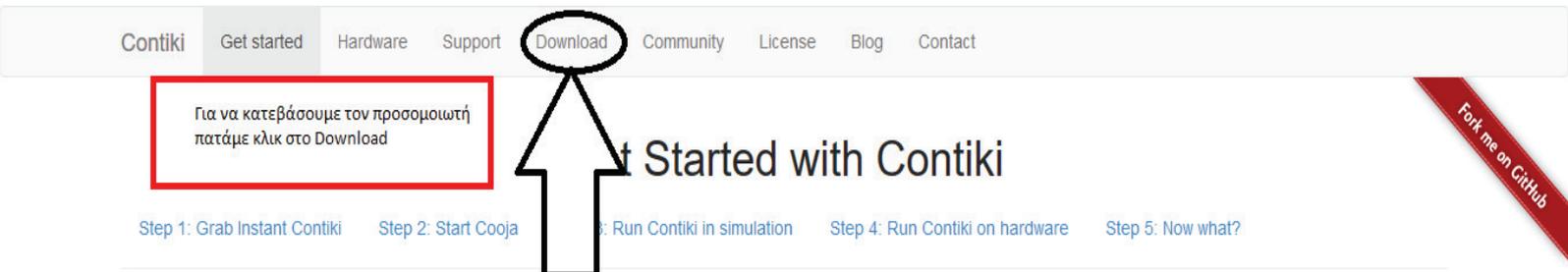
- Βήμα 1 – Download
- Βήμα 2 – Εγκατάσταση
- Βήμα 3 – Εκτέλεση

Βήμα 1 – Download

Πατώντας ctrl και αριστερό κλικ πάνω στην παρακάτω διεύθυνση <https://www.contiki-os.org/start.html> θα μεταφερθούμε στο κεντρικό site του Contiki όπου εκεί θα κατεβάσουμε τον προσομοιωτή Cooja. Όπου ακολουθούμε τα εξής βήματα...

*Υπενθυμίζεται ότι το πρόγραμμα διατίθεται **ΔΩΡΕΑΝ***

- Πατάμε αριστερό κλικ στην επιλογή Download όπως δείχνει ακριβώς στην παρακάτω εικόνα στο βελάκι.



Step 1: Grab Instant Contiki

Contiki is a very complex piece of software. Instant Contiki and Cooja makes Contiki easier to install and get started with.

About Instant Contiki

Instant Contiki is an entire Contiki development environment in a single download. It is an Ubuntu Linux virtual machine that runs in VMWare player and has Contiki and all the development tools, compilers, and simulators used in Contiki development installed.

Instant Contiki is so convenient that even hardcore Contiki developers use it.

We begin by downloading Instant Contiki, installing VMWare Player, and booting up Instant Contiki.

Download Instant Contiki

Download Instant Contiki. Get a coffee: it is a large file, just over 1 gigabyte. When downloaded, unzip the file, place the unzipped directory on the desktop.

[Download Instant Contiki »](#)

Install VMWare Player

Download and install VMWare Player. It is free to download, but requires a registration. It might require a reboot of your computer, which is unfortunate but needed to get networking working.

[Download VMWare Player »](#)

Start Instant Contiki

- Στην συνέχεια θα μας μεταφέρει στην ενότητα Download της Contiki όπου πατάμε αριστερό κλικ όπως ακριβώς δείχνει το βελάκι.

Download Contiki

Download Instant Contiki

Instant Contiki is the Contiki development environment. It contains all the tools and compilers needed for Contiki development. Instant Contiki can be downloaded here:

[Download Instant Contiki »](#)

Source Code

The full source code for the Contiki releases can be downloaded here:

[Download the latest Contiki release »](#)

Latest Development Code

Contiki development is done with git. The Contiki git is hosted at github. Fork the Contiki git here:

<https://github.com/contiki-os/contiki>

Συνεχίζουμε πατώντας κλικ στο Download Instant Contiki

Contiki Release Changelog

Changelog for Contiki 3.0 (25 August 2015)

- IP64: NAT64, DNS64
- HTTP socket
- CoAP updates
- MQTT
- TCP and UDP socket
- IPv6 mesh multicast
- IPv6 stack improvements, cleanup
- RPL mesh routing improvements
- Link-layer security

Εδώ σε αυτό το σημείο βλέπουμε τις διάφορες εκδόσεις του Cooja που είναι διαθέσιμες. Εμείς έχουμε επιλέξει την έκδοση 2.7. Βεβαίως υπάρχει διαθέσιμη και νεότερη έκδοση όπως ακριβώς φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα όμως η

διαδικασία εγκατάστασης διαφέρει σε αυτήν.

- Στην συνέχεια επιλέγουμε την έκδοση 2.7 πατώντας αριστερό κλικ.

Home / Browse / Development / WWW/HTTP / Browsers / The Contiki Operating System / Files

The Contiki Operating System

Status: **Beta** Brought to you by: [adamdunkels](#), [fros4943](#), [oliverschmidt](#)

Download Latest Version
InstantContiki2.7.zip (2.2 GB)

Get Updates

Home / Instant Contiki

Name	Modified	Size	Downloads / Week
Parent folder			
Instant Contiki 3.0	2015-08-25		207
Instant Contiki 2.7	2013-11-15		495
Instant Contiki 2.6.1	2013-08-16		2
Instant Contiki 2.6	2012-07-17		12

Συνεχίζουμε επιλέγοντας την έκδοση της αρεσκίας μας...

Για την συγκεκριμένη εργασία επιλέχτηκε η έκδοση 2.7 όπου ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες μας. Βεβαίως υπάρχει διαθέσιμη και η 3.0 έκδοση όπου εμείς δεν θα ασχοληθούμε με αυτήν.

- Συνεχίζουμε με αριστερό κλικ όπως ακριβώς δείχνει το βελάκι ξεκινάει η διαδικασία Download. Όταν ολοκληρωθεί θα είναι διαθέσιμο στον υπολογιστή μας σε συμπιεσμένη μορφή όπου θα χρειαστεί να το

αποσυμπιέσουμε. Έτσι η διαδικασία Download έχει ολοκληρωθεί.

SOURCEFORGE Browse Blog Deals Help Create Join Login

Articles Cloud Storage Business VoIP Internet Speed Test Search for software or solutions

Home / Browse / Development / WWW/HTTP / Browsers / The Contiki Operating System / Files

The Contiki Operating System

Status: **Beta** Brought to you by: [adamdunkels](#), [fros4943](#), [oliverschmidt](#)

Summary **Files** Reviews Support Wiki Mailing Lists Code Code

Download Latest Version
InstantContiki2.7.zip (2.2 GB) [Get Updates](#)

Home / Instant Contiki / Instant Contiki 2.7

Name	Modified	Size	Downloads / Week
Parent folder			
InstantContiki2.7.zip	2013-11-15	2.2 GB	495
Totals: 1 Item		2.2 GB	495

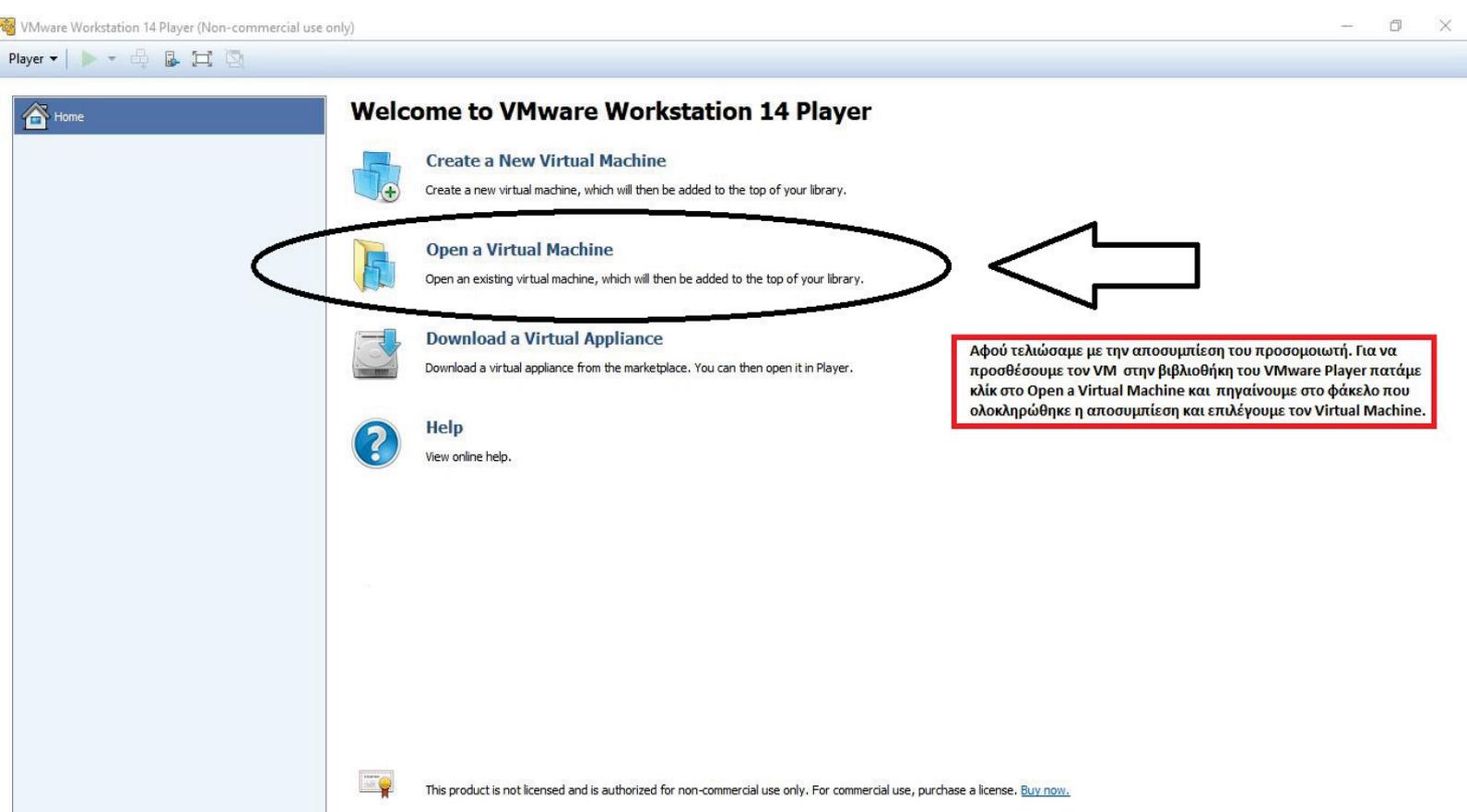
Επιλέγουμε το πρόγραμμα όπου βρίσκεται σε συμπιεσμένη μορφή για να το κατεβάσουμε στον υπολογιστή μας.

Recommended Projects

- NanoStack 6lowpan
- iisnode
Hosting node.js applications in IIS on Windows
- FreeRTOS Real Time Kernel (RTOS)
Market leading real time kernel for 35+ microcontroller architectures
- zolertia

Βήμα 2 – Εγκατάσταση του VM

- Επιλέγουμε Open a Virtual Machine για να προσθέσουμε το VM στην λίστα του Vmware Player.



VMware Workstation 14 Player (Non-commercial use only)

Player ▾ | ▶ | 🖨 | 📄 | 🖱 | 🗑

Welcome to VMware Workstation 14 Player

-  **Create a New Virtual Machine**
Create a new virtual machine, which will then be added to the top of your library.
-  **Open a Virtual Machine**
Open an existing virtual machine, which will then be added to the top of your library.
-  **Download a Virtual Appliance**
Download a virtual appliance from the marketplace. You can then open it in Player.
-  **Help**
View online help.

Αφού τελιώσαμε με την αποσυμπίεση του προσομοιωτή. Για να προσθέσουμε τον VM στην βιβλιοθήκη του VMware Player πατάμε κλικ στο Open a Virtual Machine και πηγαίνουμε στο φάκελο που ολοκληρώθηκε η αποσυμπίεση και επιλέγουμε τον Virtual Machine.

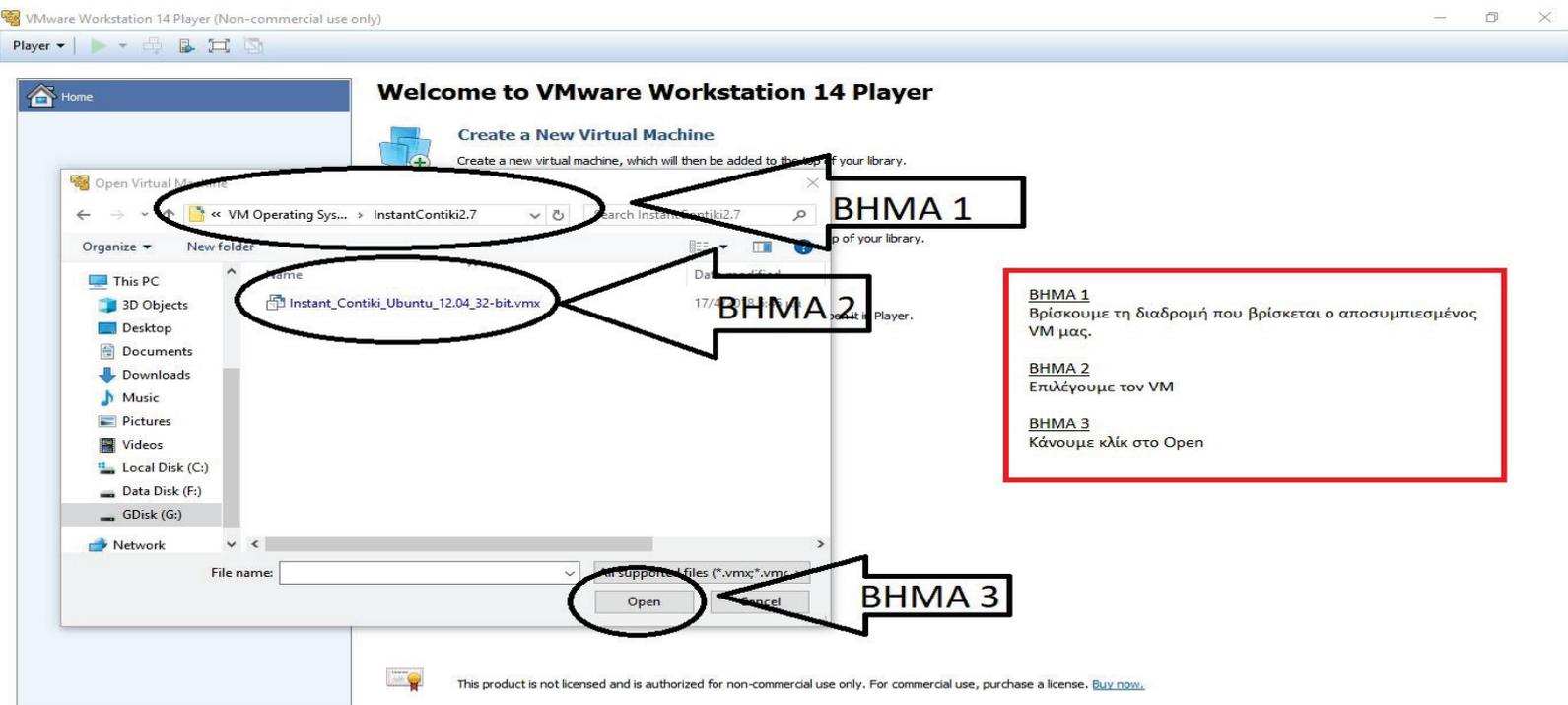
 This product is not licensed and is authorized for non-commercial use only. For commercial use, purchase a license. [Buy now.](#)

➤ Εδώ εκτελούμε τα βήματα κατά σειρά όπως ορίζουν τα βελάκια.

➔ ΒΗΜΑ 1 Βρίσκουμε τη διαδρομή που βρίσκεται ο αποσυμπίεσμένος VM μας.

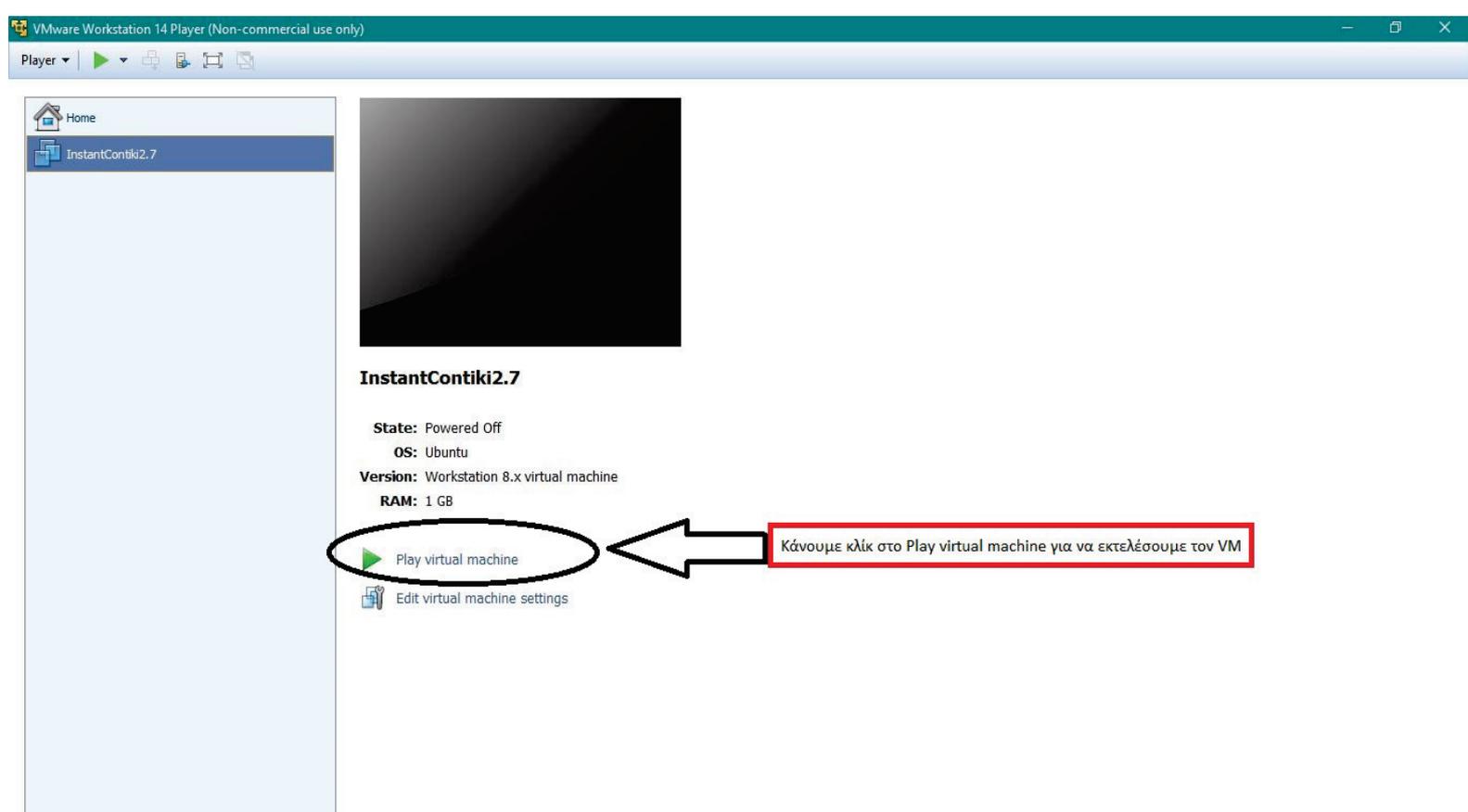
➔ ΒΗΜΑ 2 Επιλέγουμε τον VM

➔ ΒΗΜΑ 3 Κάνουμε αριστερό κλικ στο Open

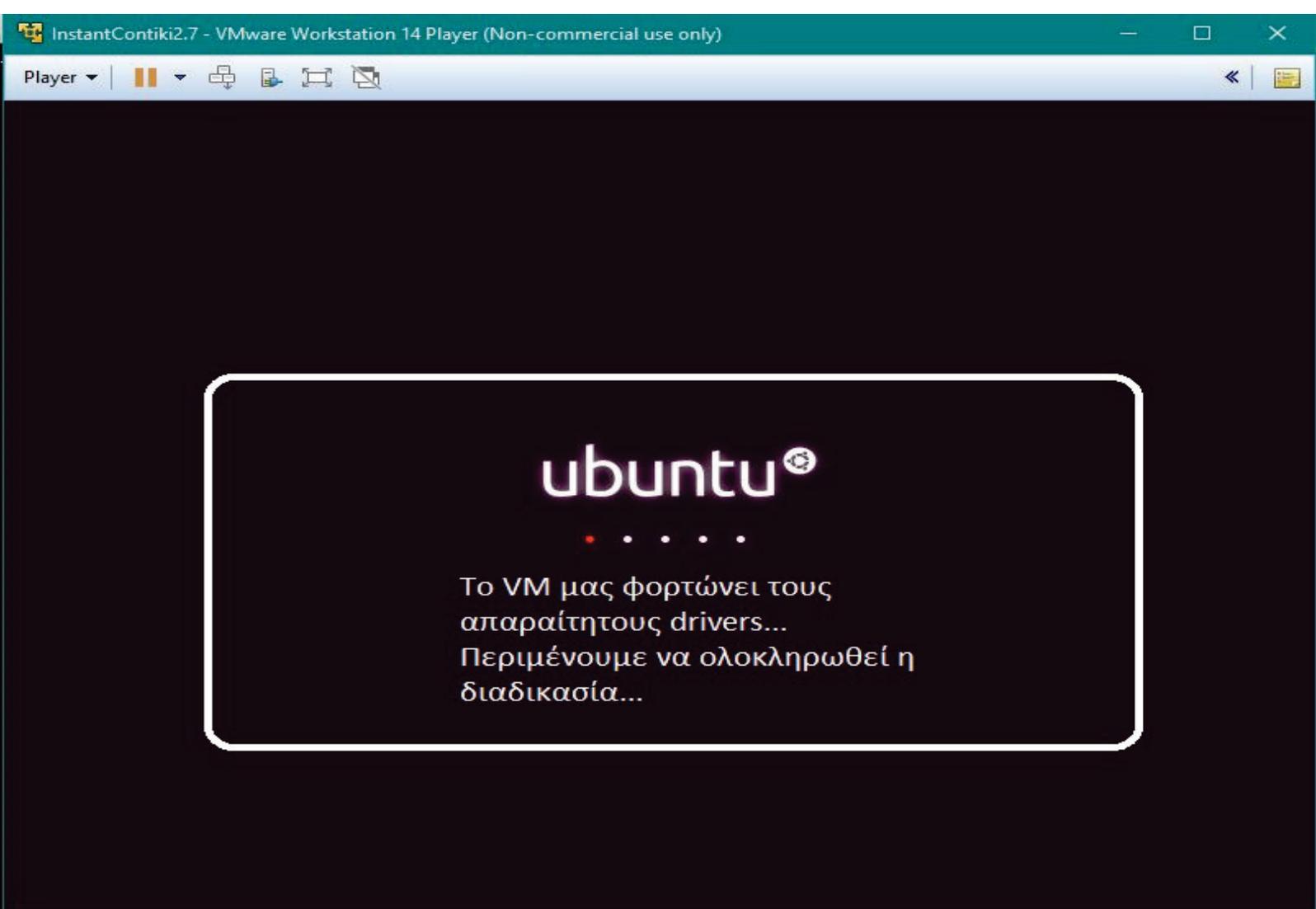


Πλέον ο VM μας έχει προστεθεί στον Player και είμαστε έτοιμη να ξεκινήσουμε το VM λειτουργικό του Cooja...

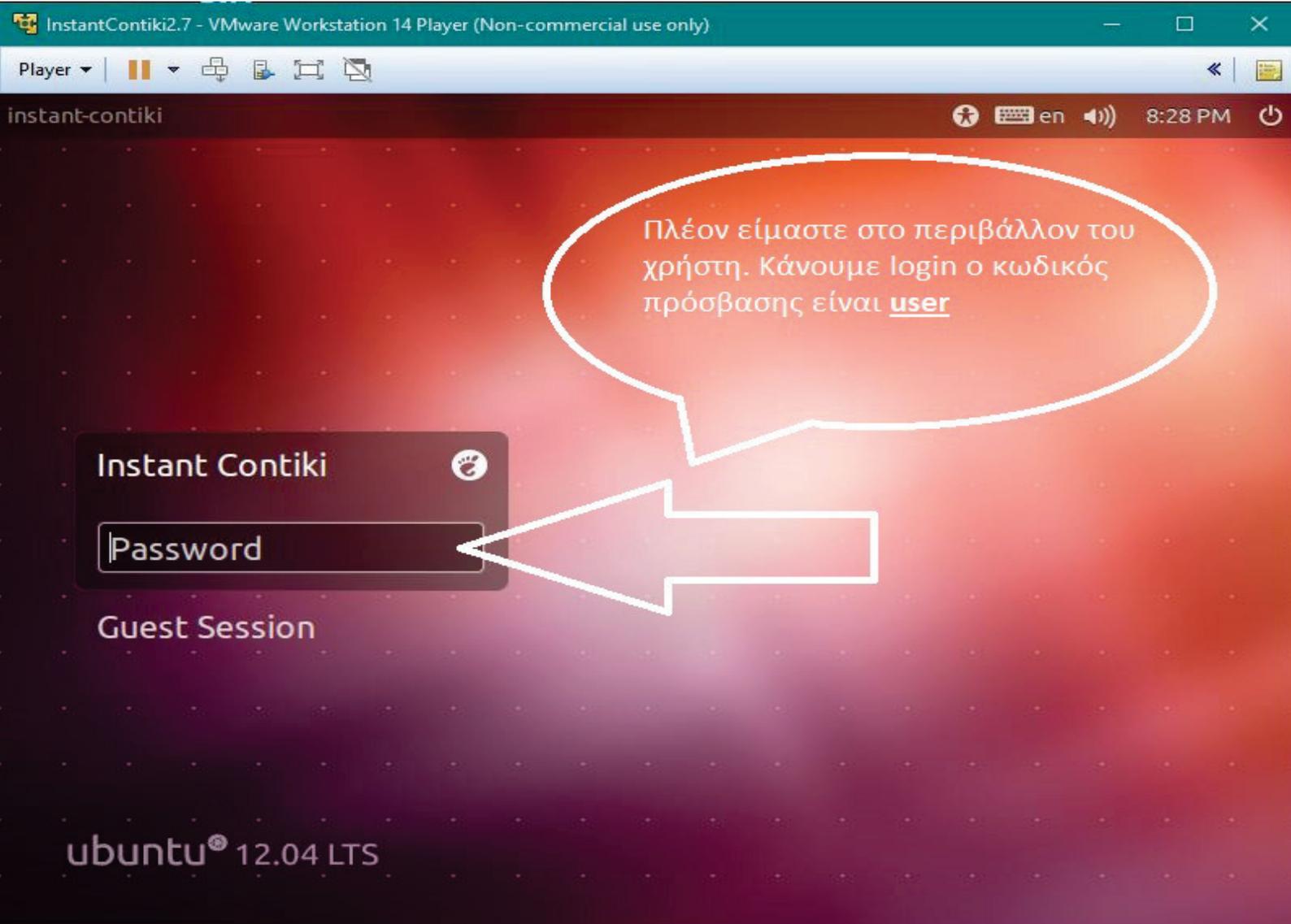
- Πατάμε αριστερό κλικ στο Play virtual machine για να ξεκινήσει το VM.



Όπου η διαδικασία ξεκινάει...



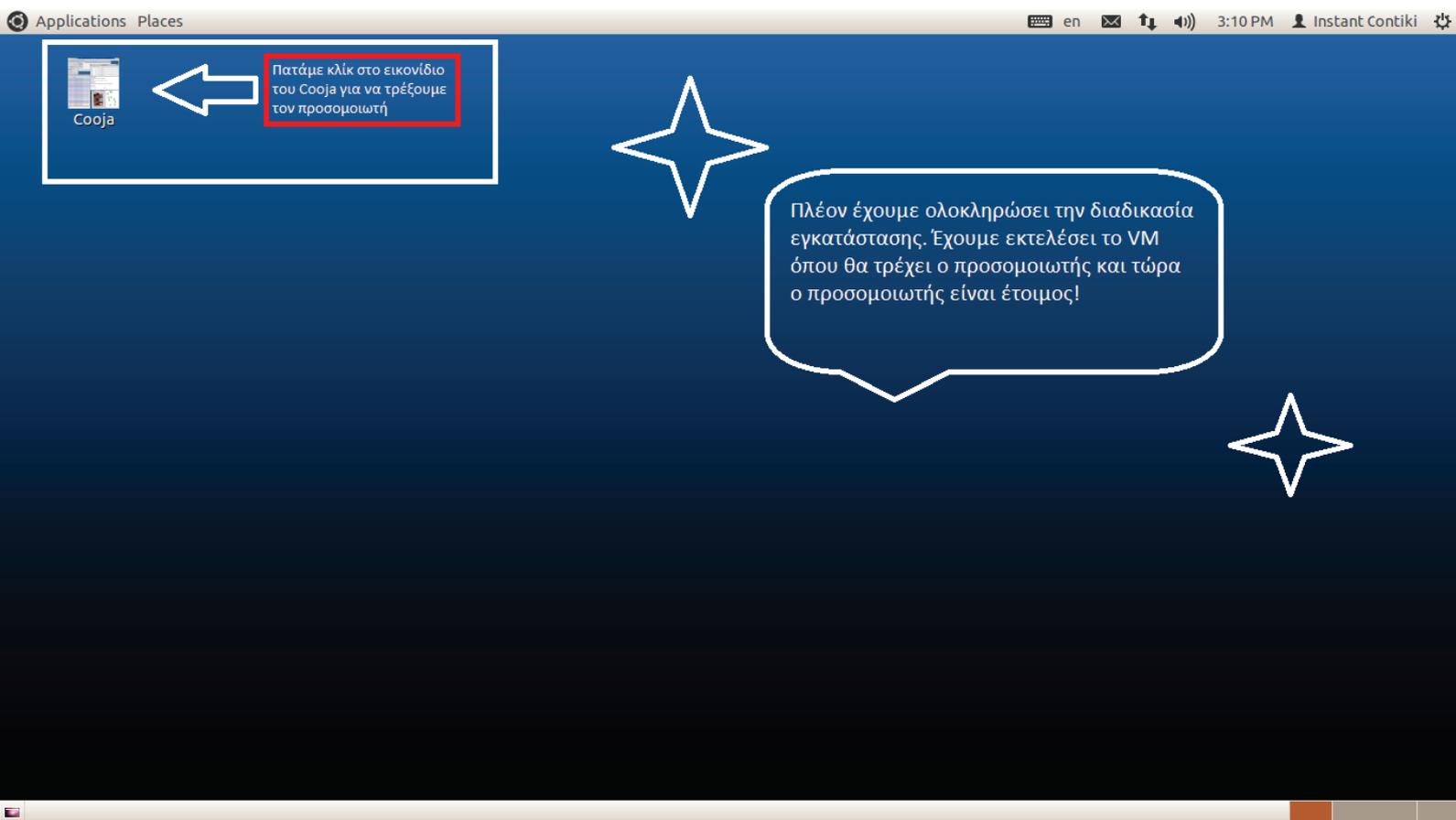
Ακολουθούμε τα εξής για την είσοδο μας στο περιβάλλον χρήστη ...
Password = user



Πλέον η διαδικασία εγκατάστασης έχει ολοκληρωθεί...

Βήμα 3 – Εκτέλεση

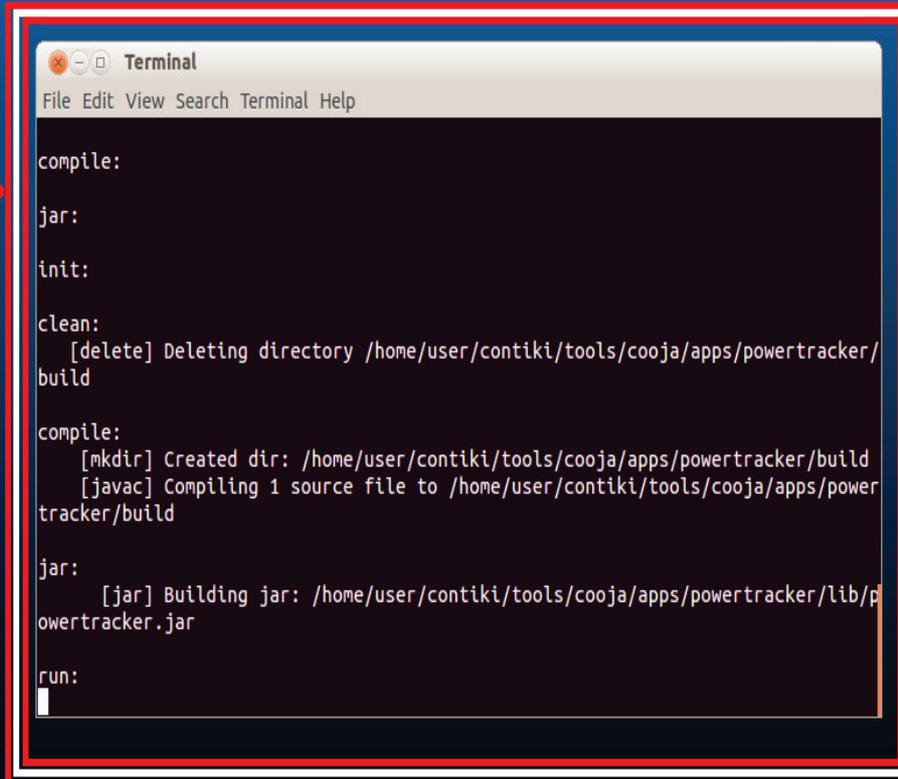
- Μπορούμε να πατήσουμε αριστερό κλικ στο εικονίδιο του Cooja και να ξεκινήσει ο προσομοιωτής.



- Κατά την εκτέλεση του προσομοιωτή μας εμφανίζει τον Terminal όπου τρέχουν όλες οι βιβλιοθήκες που χρειάζεται για να εκτελεσθή.



Cooja



```
Terminal
File Edit View Search Terminal Help

compile:
jar:
init:
clean:
[delete] Deleting directory /home/user/contiki/tools/cooja/apps/powertracker/build
compile:
[mkdir] Created dir: /home/user/contiki/tools/cooja/apps/powertracker/build
[javac] Compiling 1 source file to /home/user/contiki/tools/cooja/apps/powertracker/build
jar:
[jar] Building jar: /home/user/contiki/tools/cooja/apps/powertracker/lib/powertracker.jar
run:
```

Μόλις πατήσουμε το εικονίδιο του Cooja θα μας ανοίξει τον Terminal όπου με αυτόματο τρόπο θα τρέξει όλες τις απαραίτητες βιβλιοθήκες που χρειάζεται ο προσομοιωτής για να εκτελεστεί. Στο τέλος της διαδικασίας θα μας εμφανίσει το περιβάλλον του.

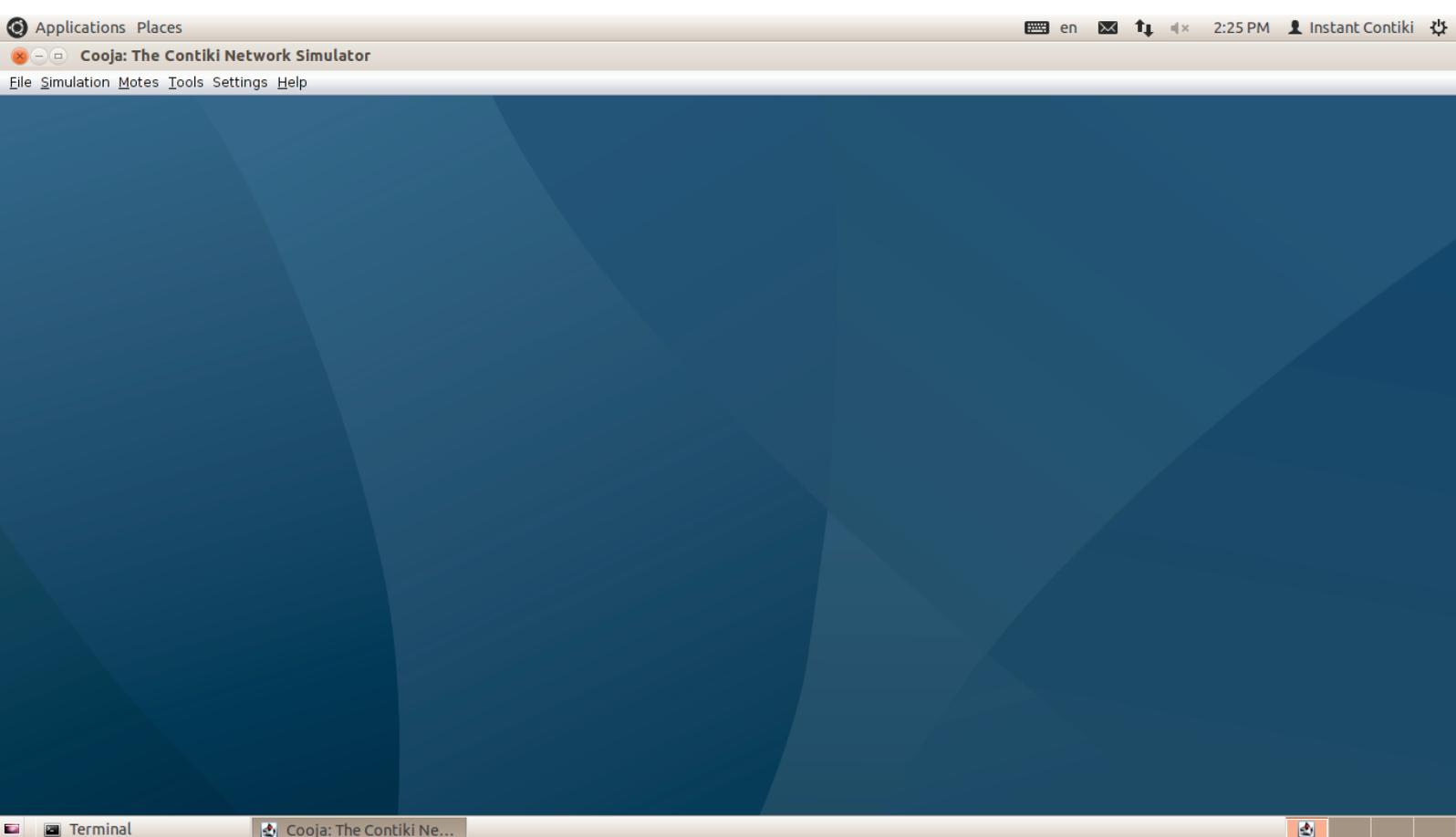
!!!ΠΡΟΣΟΧΗ!!!
Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να κλείσει ο Terminal. Αυτό θα προκαλέσει τον βίαιο τερματισμό του προσομοιωτή. Αντίθετα πρέπει να μείνει ελαχιστοποιημένος!

ΠΡΟΣΟΧΗ

Όπως αναφέρεται και στην παρακάτω εικόνα. Κατά την εκτέλεση του προσομοιωτή **δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να τερματιστεί ο Terminal γιατί αυτό θα προκαλέσει τον βίαιο τερματισμό του προσομοιωτή.** Αντίθετα για την ομαλή λειτουργία του προσομοιωτή πρέπει καθόλη την διάρκεια εκτέλεσης του προσομοιωτή **ο Terminal πρέπει να μείνει ελαχιστοποιημένος.**

- Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται ο οδηγός καθώς η **διαδικασία εκτέλεσης έχει ολοκληρωθεί**.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε σαν μια πρώτη εικόνα το γραφικό περιβάλλον του προσομοιωτή . Όπου πάνω αριστερά ορίζοντε οι επιλογές, οι ρυθμίσεις κτλ.



5.3 - Προσομοιωτές Internet of Things/Εκτέλεση Εφαρμογών στον Cooja/Μια πρώτη Επαφή

Το Contiki μας δίνει την δυνατότητα μέσω του Cooja να εξομοιώσουμε διάφορες εφαρμογές χωρίς κάποια σύνδεση σε φυσική κονσόλα. Αυτό μας βοηθάει να

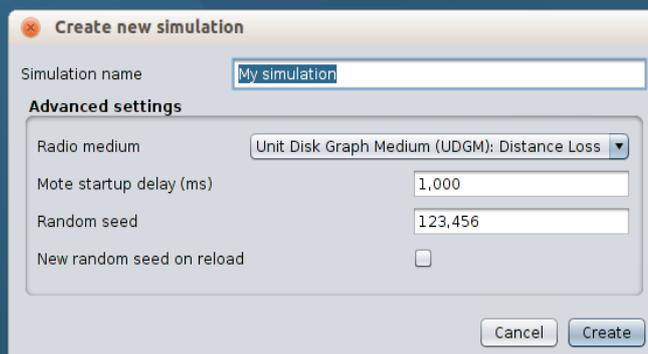
δοκιμάσουμε διάφορες στατιστικές σχεδιασμού και απαιτήσεων προσομοιώνοντας ακόμα και ολόκληρες “έξυπνες πόλεις”. Μπορούμε να δοκιμάσουμε το σύστημα μας για πιθανές αστοχίες. Να μετρήσουμε της διάφορες ενεργειακές απαιτήσεις του συστήματος και να την ποσοτικοποιήσουμε και γιατί όχι να την βελτιστοποιήσουμε. Να προσαρμόσουμε διάφορα πρωτόκολλα στις δικές μας ανάγκες και να εξετάσουμε τις αλληλεπιδράσεις αυτών καθώς και ολόκληρου του συστήματος και να εξετάσουμε διεξοδικά την ασφάλεια αυτού σε ένα ασφαλές απομονωμένο περιβάλλον. Οι δυνατότητες είναι πολλές γιατί δίνεται στο χρήστη μεγάλη ελευθεριά διότι έχει την δυνατότητα να φορτώσει όποιο κώδικα επιθυμεί και να τον τροποποιήσει και αλλά και να φορτώσει όποιο υλικό επιθυμεί. Αυτό γίνεται γιατί μεταγλώττιση γίνεται κάθε φορά σε συγκεκριμένη πλατφόρμα με αυτό τον τρόπο υποστηρίζει ανομοιογενή συστήματα στον ίδιο χώρο.

Για να δημιουργήσουμε μια προσομοίωση πηγαίνουμε

File → New simulation

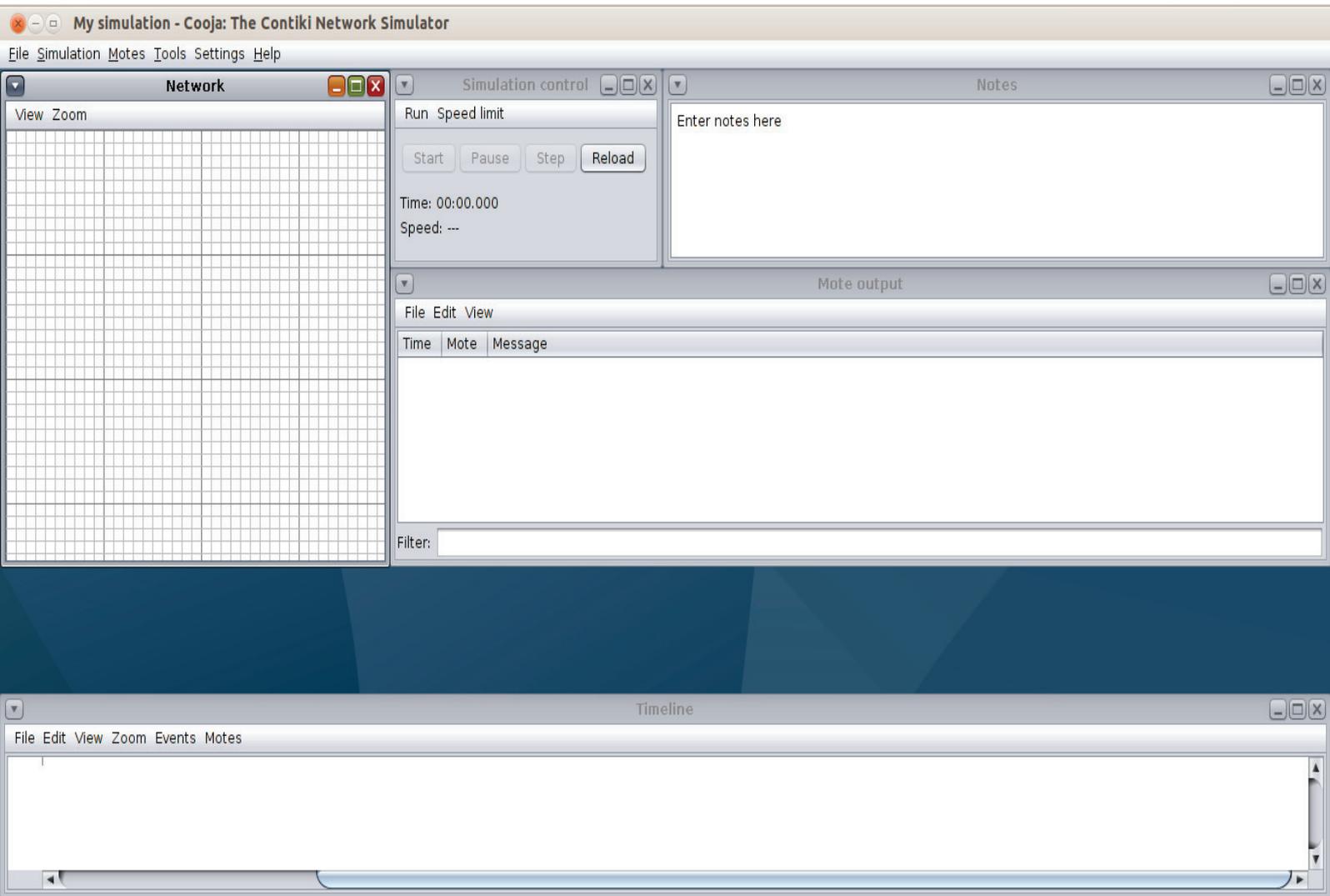


όπου θα μας εμφανίσει το παρακάτω παράθυρο



Στην ενότητα **Simulation name** ορίζουμε την ονομασία που επιθυμούμε να δώσουμε στην προσομοίωση, τα υπόλοιπα τα αφήνουμε ως έχουν και πατάμε κλικ στην επιλογή **Create**.

Και όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα μας έχει εμφανίσει μια σειρά από παράθυρα πάμε να δούμε τι κάνει αναλυτικά το κάθε ένα από αυτά.



■ Network Window

Σε αυτό το παράθυρο όπως θα δούμε και στην συνέχεια φαίνονται όλοι οι κόμβοι και μπορούμε να δούμε ποιά είναι η απόσταση που έχουν μεταξύ τους και το πώς είναι δομημένοι στον χώρο δηλαδή είτε έχουν δομηθεί με τυχαίο τρόπο ή κάποια κυκλική διάταξη ή έχουμε δημιουργήσει εμείς μια, καθώς μπορούμε να μετακινήσουμε κάθε κόμβο κατά το δοκούν. Επίσης υπάρχει και η επιλογή Zoom

αλλά και το View menu.

Στο **Network Window** στο **View menu** μας δίνει πληθώρα επιλογών όπως είναι:

- **Mote IDs** παρουσιάζονται οι ονομασίες των κόμβων
- **Adresses** εμφανίζει τις διευθύνσεις IP ή Rime
- **Log output: printf() 's** εμφανίζει τα μηνύματα κάθε κόμβου που εκτυπώνονται από τον κώδικα
- **LEDs** εμφανίζει τα λαμπάκια LEDS της κονσόλας
- **Radio Traffic** εμφανίζει την αποστολή και την λύψη που γίνεται ανάμεσα στους κόμβους και με ποια φορά
- **Positions** εμφανίζει της θέσεις των κόμβων
- **10m background grid** χωρίζει το πλέγμα σε τμήματα των 10 μέτρων
- **Mote type** φανερώνει τον τύπο του κάθε κόμβου
- **Mote attributes** επιτρέπει τη χρήση κώδικα για να αλλάξεις και το χρωματισμό των κόμβων
- **Radio environment(UDRM)** εμφανίζει την την ζώνη μετάδοσης με πράσινο και τις νεκρές ζώνες με γκρι.
- **Code** φανερώνει της κλήσεις που γίνονται στον κώδικα σε πραγματικό χρόνο.

■ Simulation control windows

Στο παράθυρο αυτό δίνεται ο χρόνος εκτέλεσης της προσομοίωσης. Δίνονται και οι εξής χειρισμοί:

- **start** κάνουμε έναρξη της προσομοίωσης
- **pause** κάνουμε παύση της προσομοίωσης
- **step** με κάθε πάτημα προχωράει την εφαρμογή βήμα προς βήμα ανά millisecond
- **reload** φορτώνεται η προσομοίωση από την αρχή
- **speed limit** όπου περιορίζουμε την ταχύτητα εκτέλεσης της προσομοίωσης ποσοτικά

■ Notes window

Πρόκειται για ένα παράθυρο όπου μπορούμε να κρατάμε σημειώσεις

■ Mote output window

Εμφανίζει όλες τις εκτυπώσεις που συμβαίνουν κατά την εκτέλεση από όλους τους κόμβους

■ Timeline window

Το παράθυρο αυτό εμφανίζει όλες τις καταστάσεις που συμβαίνουν κατά την διάρκεια της εκτέλεσης

◆ **Ραδιοεπικοινωνίες ανοιχτές/κλειστές**

- x Χωρίς χρώμα: οι ραδιοεπικοινωνίες είναι **ανενεργές**
- ✓ **Γκρί χρώμα**: οι ραδιοεπικοινωνίες είναι **ενεργές**

◆ **Κατάσταση αποστολής/λήψης RX/TX**

- **πράσινο χρώμα**: λαμβάνει πακέτα
- **μπλε χρώμα**: αποστολή πακέτων
- **κόκκινο χρώμα**: παρεμβολή ραδιοεπικοινωνιών (πχ σύγκρουση κτλ)

➤ Με δεξί κλικ θα αποκαλύψει περισσότερες λεπτομέρειες

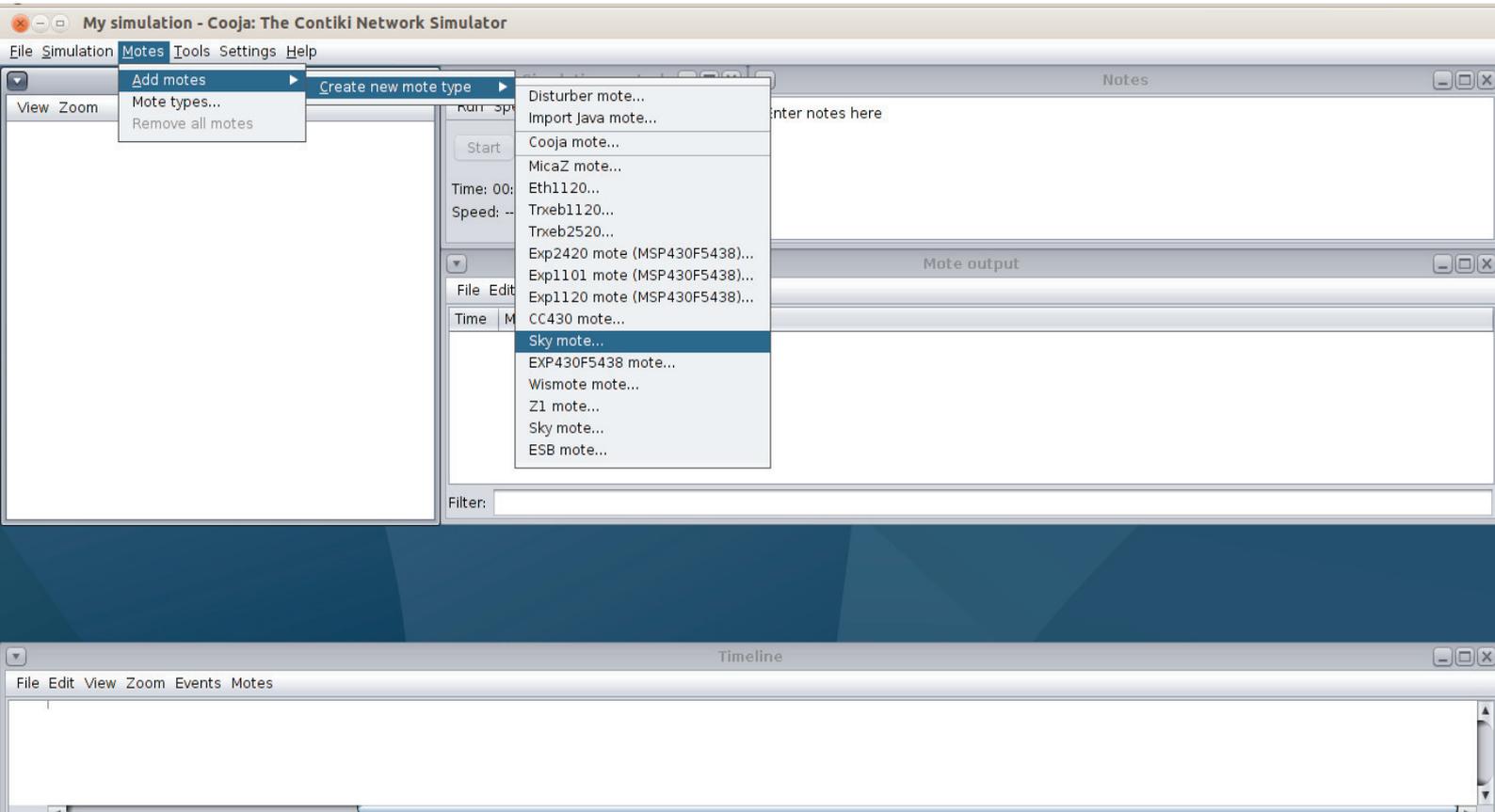
5.4. - Προσομοιωτές Internet of Things/Εκτέλεση Εφαρμογών στον Cooja/example-neighbours

Ο σκοπός της εφαρμογής είναι να στέλνει περιοδικά broadcast και unicast μηνύματα σε τυχαίους γείτονες. Από τα broadcast μηνύματα των γειτόνων παράγεται μια λίστα όπου κρατάει τις μετρικές κάθε γείτονα όπως είναι το RSSI(Received Signal Strength Indication) και το LQI (Link Quality Indication) που λαμβάνει.

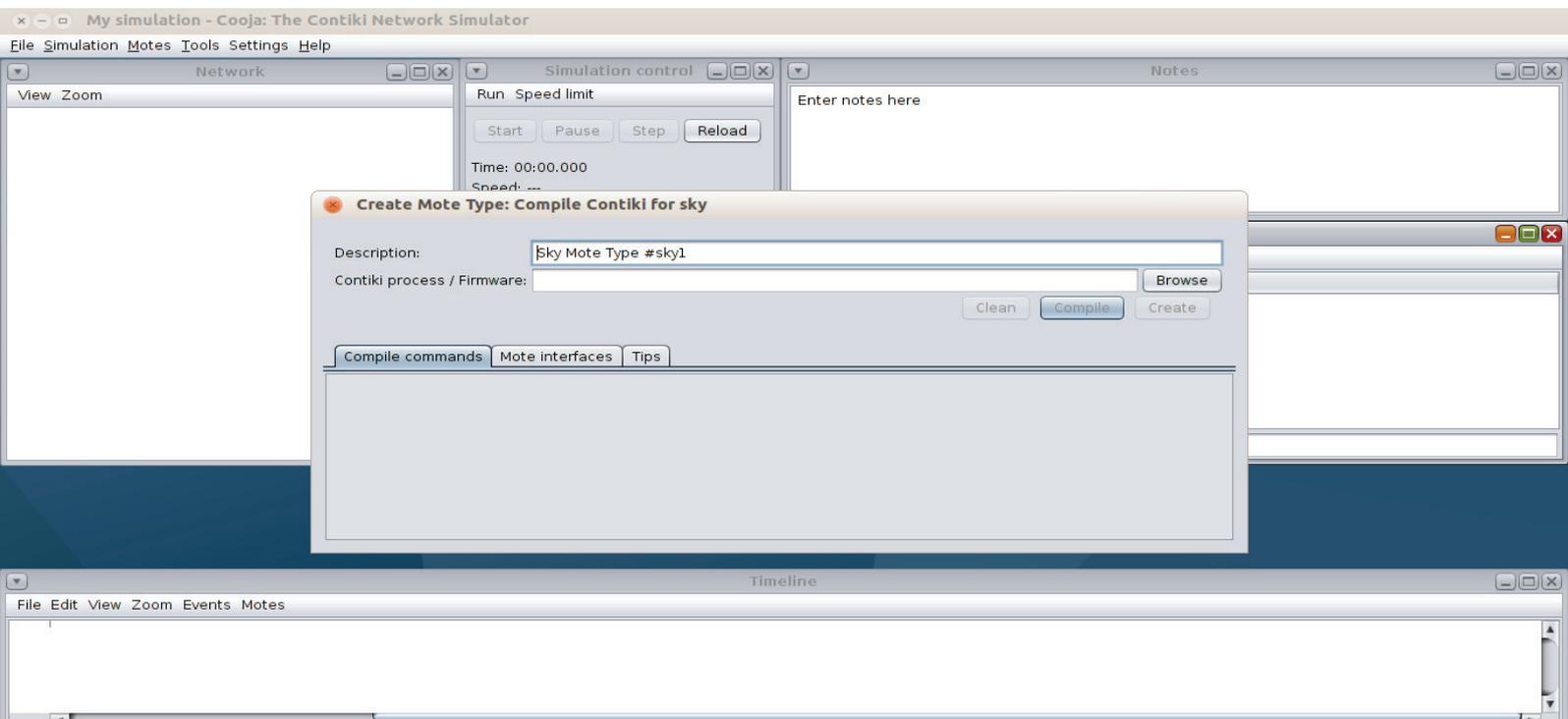
Πως δημιουργούμε την συγκεκριμένη εφαρμογή;

Ακολουθούμε την διαδικασία από το την ενότητα 3.0 και συνεχίζουμε...

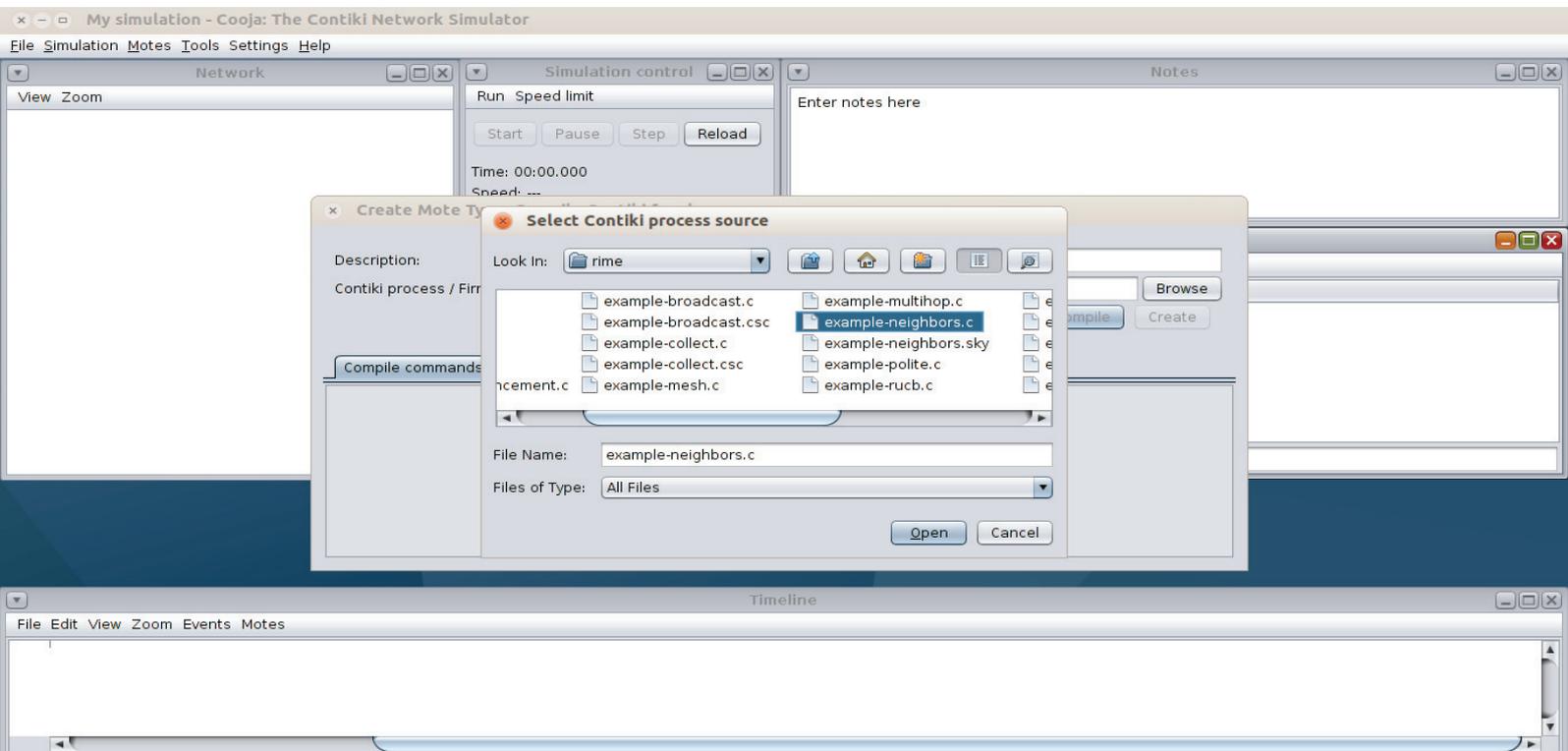
Motes -> Add motes -> Create new mote type -> Sky mote



Πατάμε Browse για να δρούμε την θέση του κώδικα

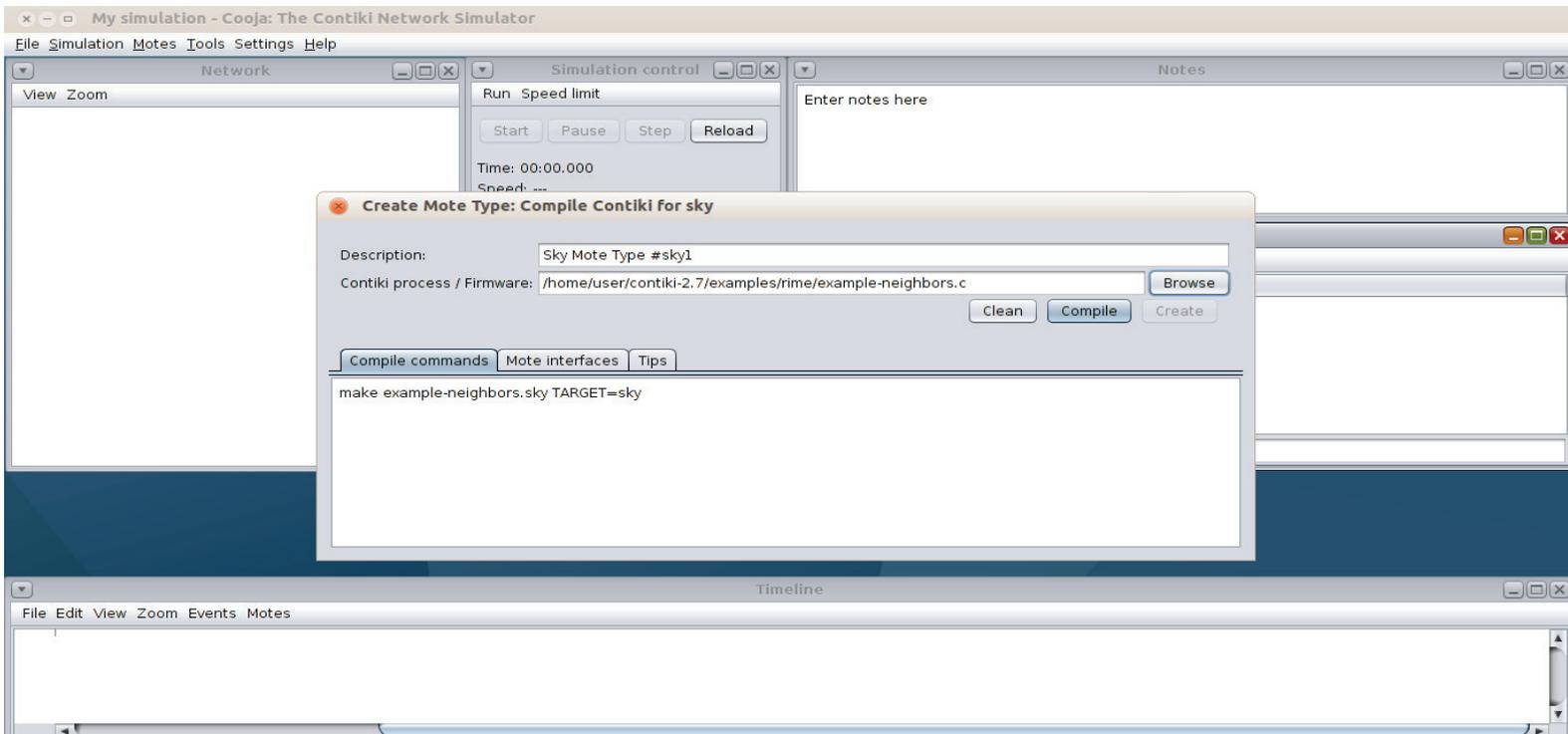


Βρίσκουμε την **τοποθεσία** που βρίσκεται ο κώδικας και τον επιλέγουμε και πατάμε κλικ στο **Open**

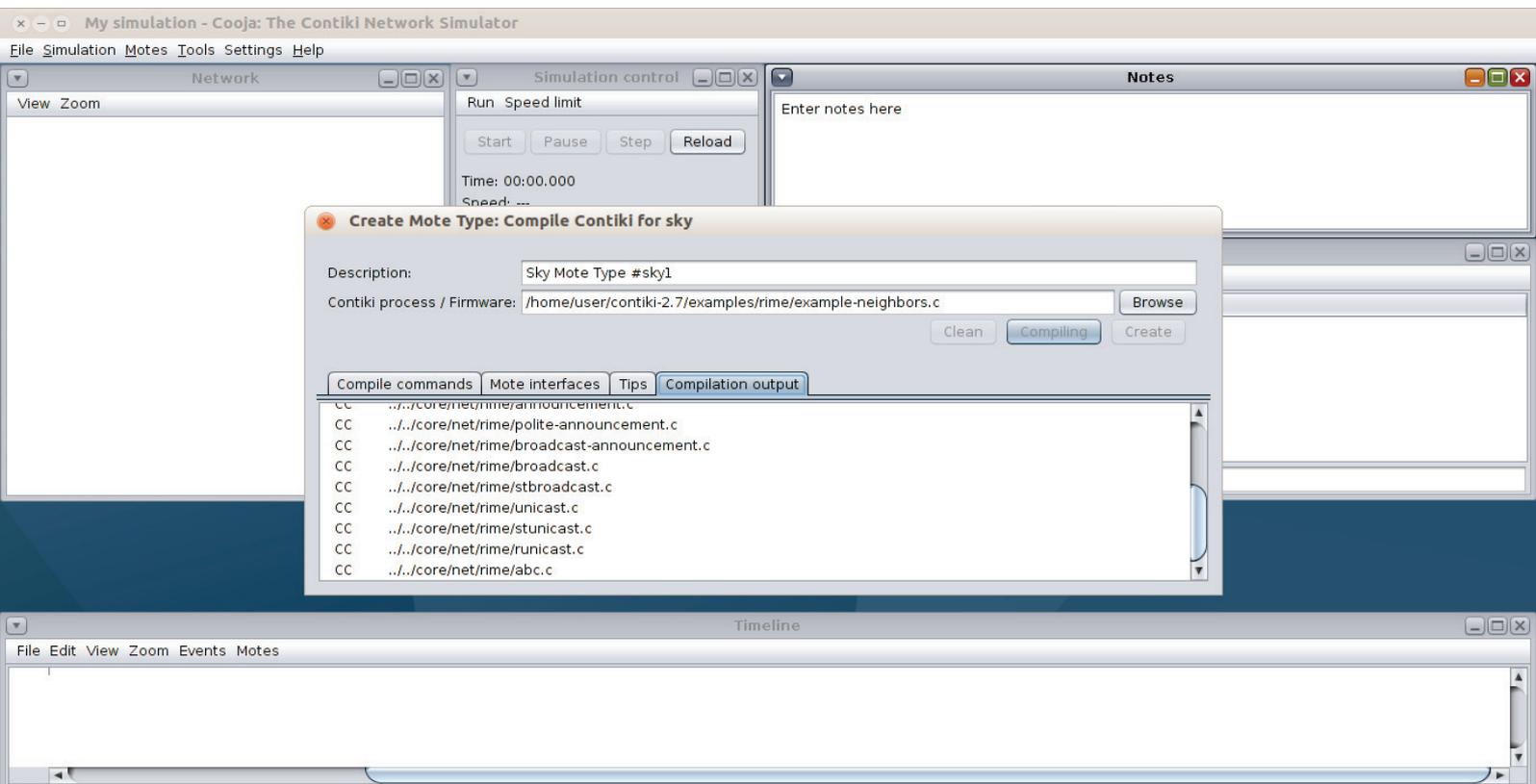


Στο συγκεκριμένο παράδειγμα ο κώδικας βρίσκεται στην θέση:
/home/user/contiki/examples/rime/example-neighbours.c
και είναι έτοιμος κώδικας του Cooja

και μόλις προσθέσουμε τον κώδικα πατάμε στην επιλογή Clean και αμέσως μετά την επιλογή Compile για να μεταγλωττίσουμε τον κώδικα μας στην συσκευή

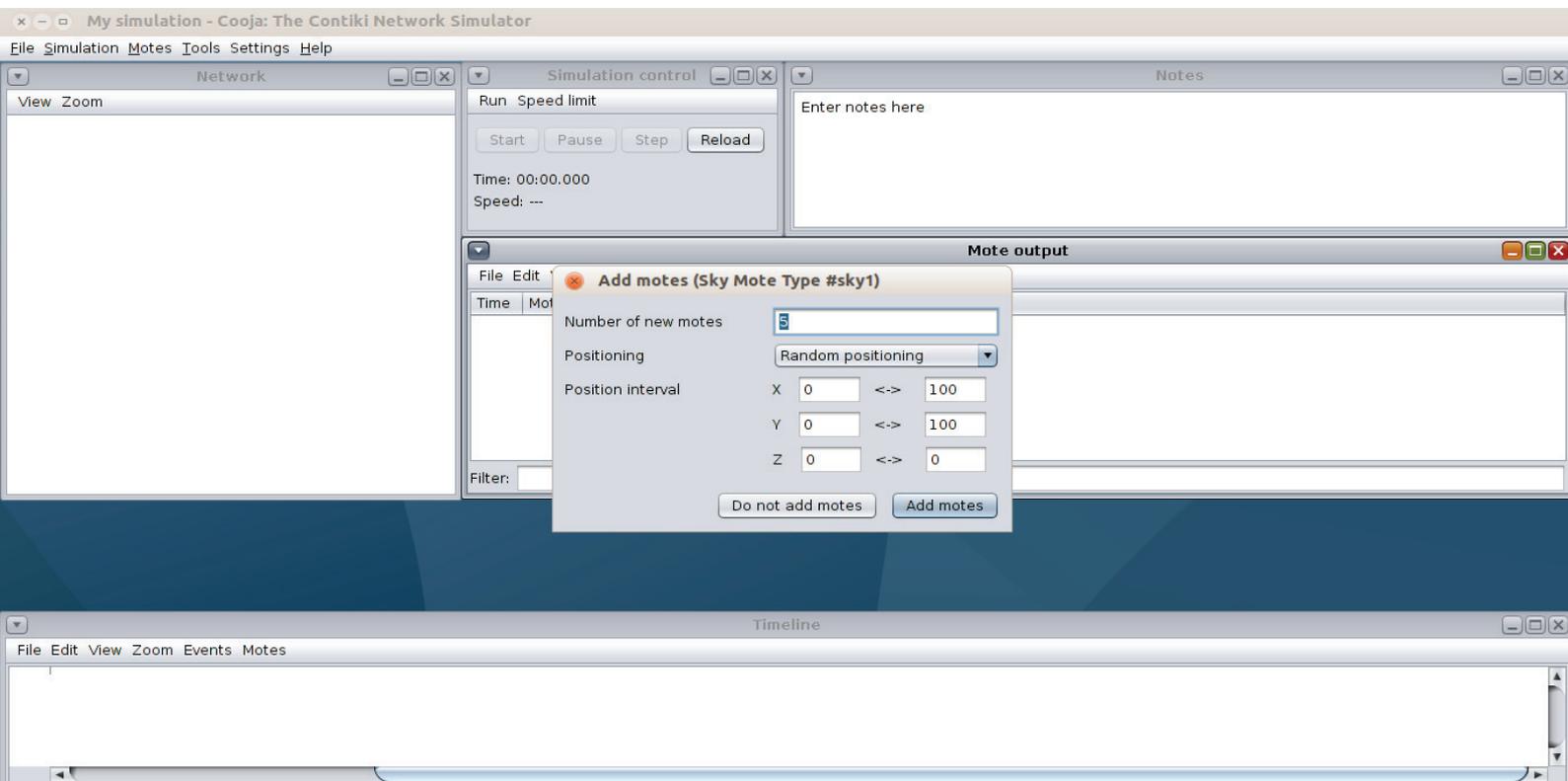


Εδώ βλέπουμε την διαδικασία μεταγλώττισης όπου περιμένουμε να ολοκληρωθεί



Η διαδικασία μεταγλώττισης ολοκληρώθηκε!

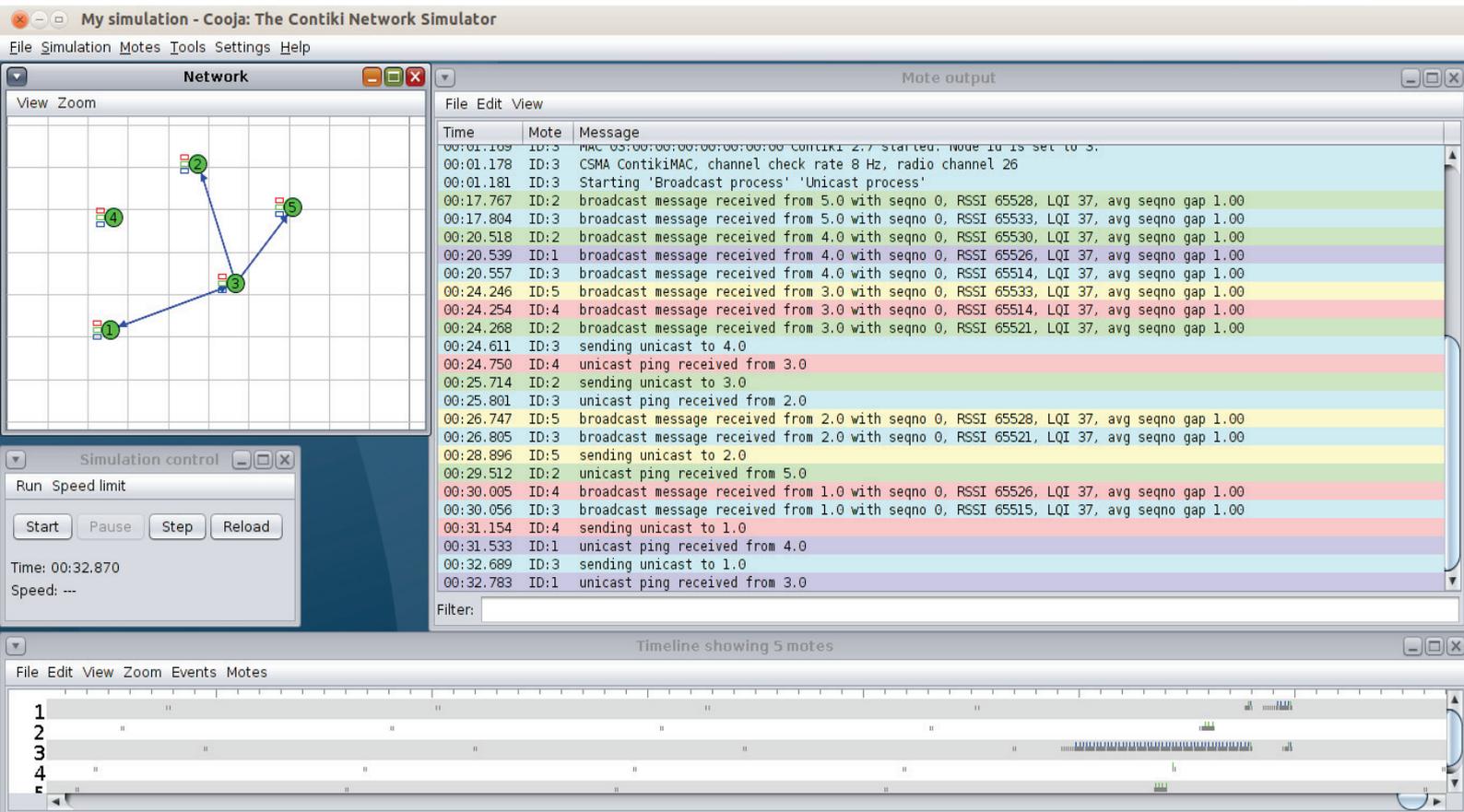
Τώρα μας εμφανίζει το παράθυρο προσθήκης motes.



Στο Number of new motes προσθέτουμε το πλήθος των motes που επιθυμούμε
Στο positioning έχουμε τις επιλογές κυκλική, σε σειρά, με τυχαίο τρόπο ή χειροκίνητα να ορίσουμε εμείς την τοποθεσία τους τοποθέτησης των motes.
Υπενθυμίζεται ότι μπορούμε να αλλάξουμε την θέση του κάθε mote ανά πάσα στιγμή.

Εμείς επιλέγουμε τον τυχαίο τρόπο τοποθέτησης

αφού ολοκληρώσαμε την προσθήκη των motes και το αφήσουμε λίγο να τρέξει εμφανίζεται η παρακάτω εικόνα στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή.



Βλέπουμε στο παράθυρο Mote output τα μηνύματα broadcast και unicast που έχουν σταλεί ή δεχτεί στο παρελθόν και από ποιους mote μέσω του ID καθώς και στο παράθυρο Network μέσα από τα βελάκια και την φορά που έχουν ότι στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή ότι ο 1,2,5 λαμβάνουν από τον 3. Αυτό μπορεί να φανεί και από το παράθυρο Timeline με τις μπλε κουκίδες να αντιστοιχούν σε αυτόν που στέλνει το μήνυμα τις πράσινες αυτός που λαμβάνει πάνω στον χρονικό άξονα.

Συμπέρασμα Παραδείγματος

Στην αρχή παρατηρήσαμε ότι χρειάζεται λίγο χρόνο για να δημιουργήσει τις συνδέσεις, καθώς και να μάθουν ο ένας τον άλλο. Όσο όμως εξελίσσετε διαδικασία περίπου μέσα σε μερικά δευτερόλεπτα η εικόνα που παρουσιάζουν είναι βελτιωμένη σε θέμα ανταπόκρισης. Αυτό γιατί έχουν μάθει ο ένας τον άλλο και η

μόνη δουλειά που απομένει είναι να ανταλλάσουν μηνύματα μεταξύ τους. Αυτό όμως δεν είναι τίποτα σε σχέση με την πραγματική δουλειά που κάνουν γιατί εάν ένα motes απομακρυνθεί εκτός εμβέλειας, τα υπόλοιπα θα προσαρμοστούν στις συγκεκριμένες συνθήκες. Ακόμα και 2 να μείνουν εφόσον είναι εντός εμβέλειας το ένα με το άλλο, θα βρουν ο ένας τον άλλο και θα συνεχίσουν την επικοινωνία. Αυτό είναι πολύ σημαντικό και εντελώς διαφορετικό από τον κόσμο του client-server. Σε ένα εκκεντρικό μοντέλο θα χρειαζόταν κάποιος συνεχώς να τους πει τι θα κάνουν, θα χρειαζόταν κάποιος να λάβει αποφάσεις. Αν για κάποιο λόγο σταμάταγε να λειτουργεί το κέντρο τότε όλα τα motes θα βγαίνουν εκτός λειτουργίας την ίδια στιγμή. Γιατί στο σύνολο τους, τα motes δεν θα ξέρανε να βρουν διαδρομές και είναι κάτι το οποίο έχουμε συνηθίσει στον κόσμο του εκκεντρικού μοντέλου. Αυτός ο τρόπος όμως θα πλημμύριζε το δίκτυο με άσκοπη πληροφορία. Και το συγκεκριμένος τύπος δικτύου δεν έχει τεράστια χωρητικότητα. Οι δυνατότητες των motes είναι μετρημένες και πολύτιμες για την πραγματική πληροφορία που χρειάζεται να στείλουν. Εδώ όμως τι παρατηρούμε; Για να πετύχουν την αξιοπιστία που χρειάζονται αλλά και την χαμηλή κατανάλωση λειτουργούν σαν ένας μεγάλος εγκέφαλος χωρισμένος σε κομμάτια. Κάθε ένας motes λειτουργεί σαν ένα κομμάτι από ένα εννοιολογικό σύνολο. Ο τρόπος που λειτουργούν δεν είναι ποτέ πάγιος, είναι ένας καλός έξυπνος τρόπος για συγκεκριμένες συνθήκες. Εάν αυτές αλλάξουν ο κάθε motes έχει την γνώση να βρίσκει εναλλακτικές διαδρομές και να προσαρμόζεται και να φέρνει εκ πέρας την δουλειά που έχει αναλάβει. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα στέλνει μηνύματα. Αν η δουλειά του τελειώσει και δεν έχει τίποτα να κάνει για κάποιο διάστημα σβήνει, δεν μένει άσκοπα ανοιχτό ποτέ. Πάντα θα έχει κάτι να κάνει. Το πότε ανοίγει για να στείλει ή να πάρει μια μέτρηση και πότε κλείνει ένα motes είναι καθαρά θέμα προγραμματισμού του. Στο παράδειγμα αυτό ο τρόπος είναι τυχαίος.

5.4.1. - Προσομοιωτές Internet of Things/Εκτέλεση Εφαρμογών στον Cooja/example-websence

Οι κώδικες που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο παράδειγμα βρίσκονται στις θέσεις:

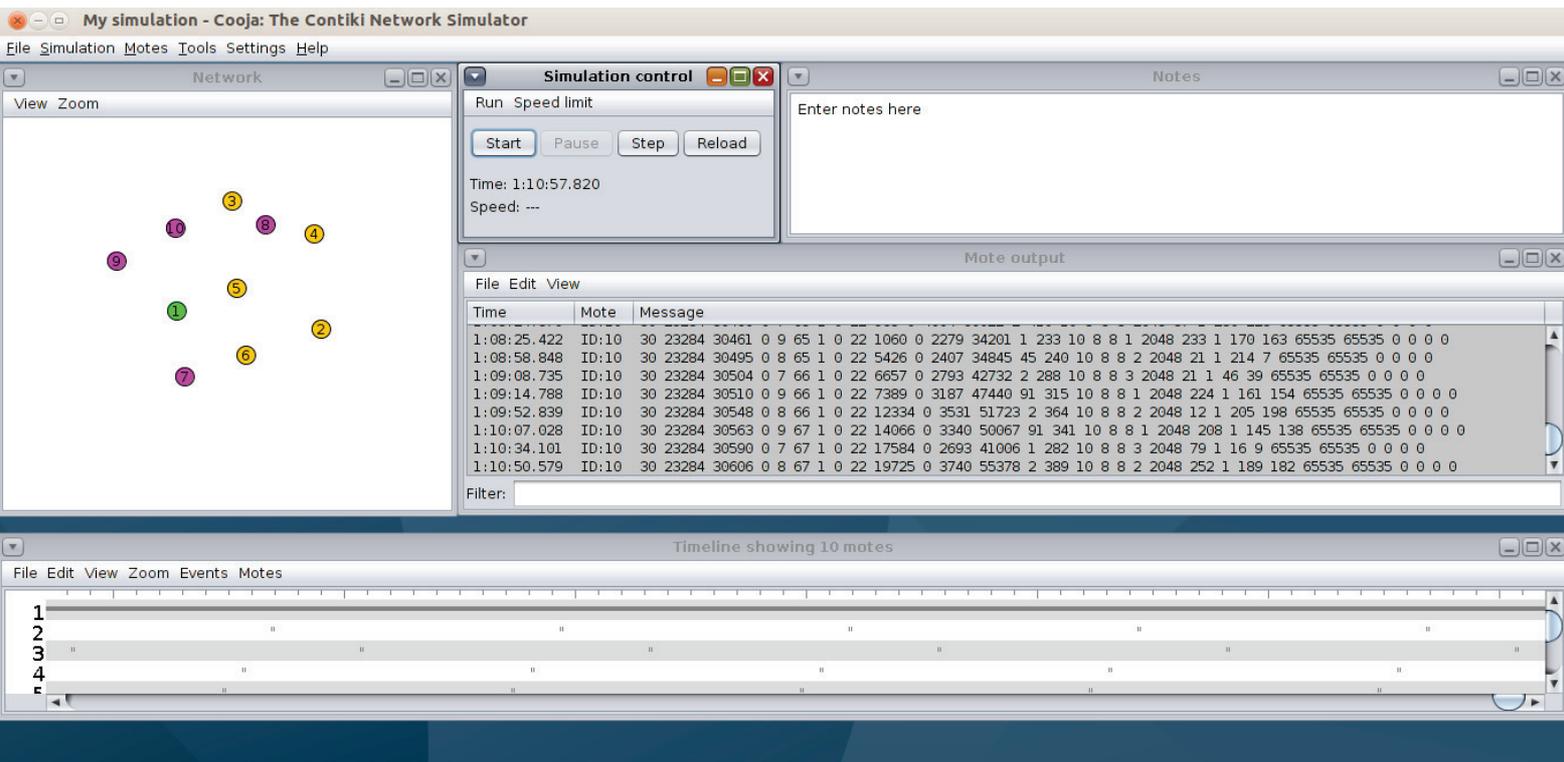
```
/home/user/contiki/examples/ipv6/rpl-border-router/border-router.c
```

```
/home/user/contiki/examples/ipv6/sky-websense/sky-websense.c
```

```
/home/user/contiki/examples/collect/collect-view-shell.c
```

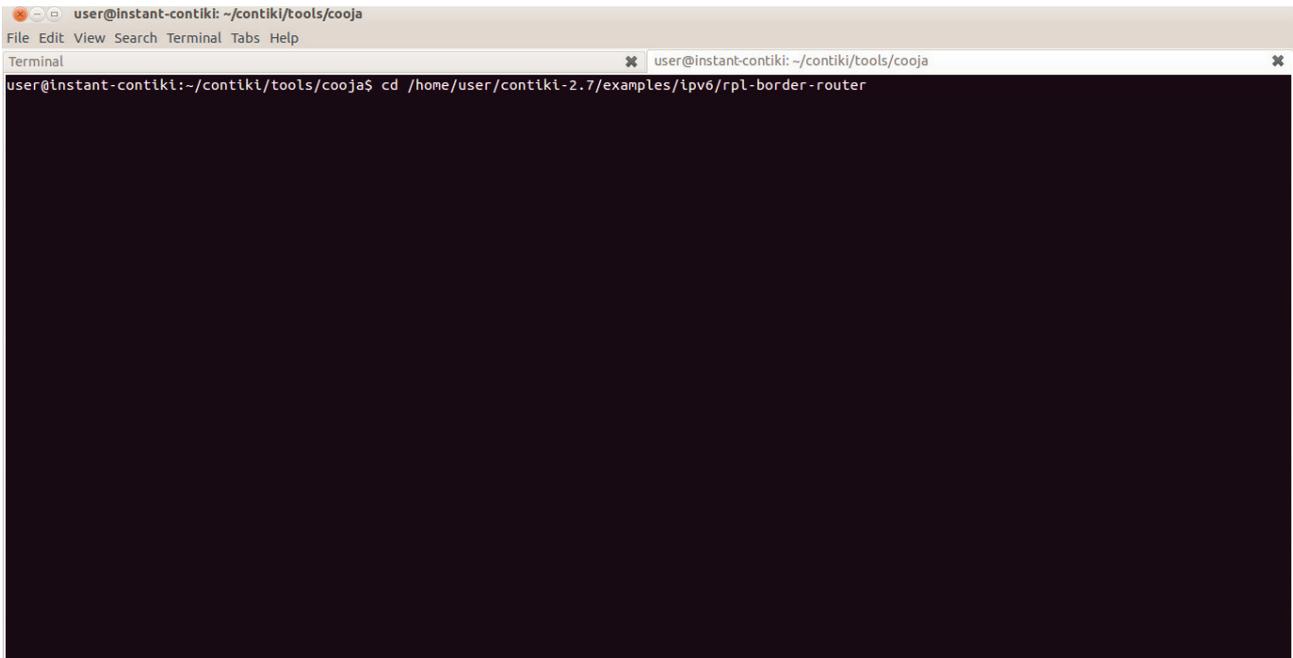
και είναι όλοι τους από τους έτοιμους κώδικες σου Cooja

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα χρησιμοποιήθηκαν 1 border router(ο πράσινος), 4 collector(οι μοβ) και 5 websense (οι κίτρινοι). Η διαδικασία προσθήκης είναι ίδια όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα απλώς εδώ προσθέτουμε 3 διαφορετικούς κώδικες όλα σε τύπους sky mote.



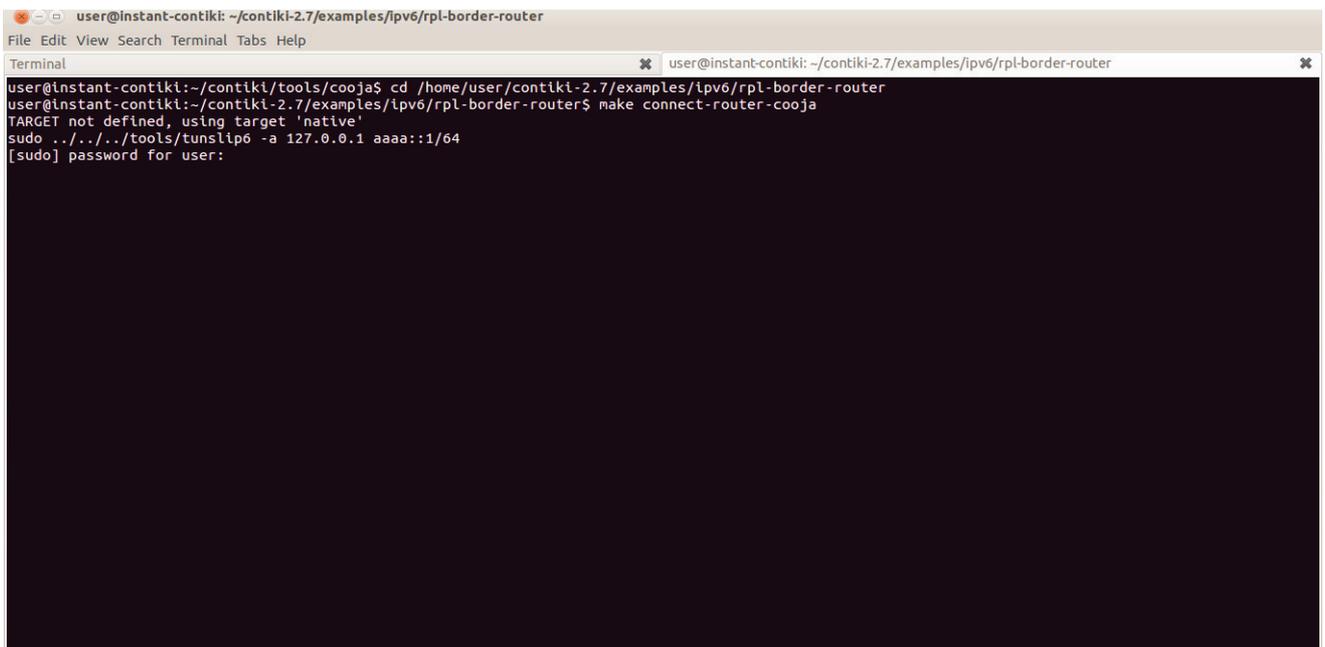
Αφού προσθέσουμε όλα τα motes πηγαίνουμε στον border router και πατάμε δεξί κλικ πάνω του και πηγαίνουμε Mote tools for sky 1 και μετά Serial Socket (SERVER) και αφήνουμε ανοιχτό το παράθυρο που θα μας εμφανίσει. Ανοίγουμε τον Terminal και γράφουμε την παρακάτω εντολή όπου θα μας μεταφέρει στον φάκελο του border router.

```
cd /home/user/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router
```



```
user@instant-contiki: ~/contiki/tools/coolja
File Edit View Search Terminal Tabs Help
Terminal user@instant-contiki: ~/contiki/tools/coolja
user@instant-contiki:~/contiki/tools/coolja$ cd /home/user/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router
```

Η επόμενη εντολή είναι: `make connect-router-cooja` και θα μας ζητηθούν δικαιώματα διαχειριστή (ο κωδικός είναι “user”) η οποία συνδέουμε το router πάνω στο cooja με το εργαλείο `tunslip`. Αυτό το εργαλείο το έχει αναπτύξει η Contiki για τις ανάγκες του προσομοιωτή και βρίσκεται στο `directory/tools`



```
user@instant-contiki: ~/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router
File Edit View Search Terminal Tabs Help
Terminal user@instant-contiki: ~/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router
user@instant-contiki:~/contiki/tools/coolja$ cd /home/user/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router
user@instant-contiki:~/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router$ make connect-router-cooja
TARGET not defined, using target 'native'
sudo ../../tools/tunslip6 -a 127.0.0.1 aaaa::1/64
[sudo] password for user:
```

```
user@instant-contiki: ~/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router
File Edit View Search Terminal Tabs Help
Terminal
user@instant-contiki:~/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router
user@instant-contiki:~/contiki-2.7/examples/ipv6/rpl-border-router$ make connect-router-cooja
TARGET not defined, using target 'native'
sudo ../../tools/tunslip6 -a 127.0.0.1 aaaa::1/64
[sudo] password for user:
slip connected to `127.0.0.1:60001'
opened tun device `/dev/tun0'
ifconfig tun0 inet 'hostname' up
ifconfig tun0 add aaaa::1/64
ifconfig tun0 add fe80::0:0:0:1/64
ifconfig tun0

tun0      Link encap:UNSPEC HWaddr 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00
          inet addr:127.0.1.1  P-t-P:127.0.1.1  Mask:255.255.255.255
          inet6 addr: fe80::1/64 Scope:Link
          inet6 addr: aaaa::1/64 Scope:Global
          UP POINTOPOINT RUNNING NOARP MULTICAST MTU:1500 Metric:1
          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:500
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)

*** Address:aaaa:1 => aaaa:0000:0000:0000
Got configuration message of type P
Setting prefix aaaa::
Server IPv6 addresses:
aaaa::212:7401:1:101
fe80::212:7401:1:101
```

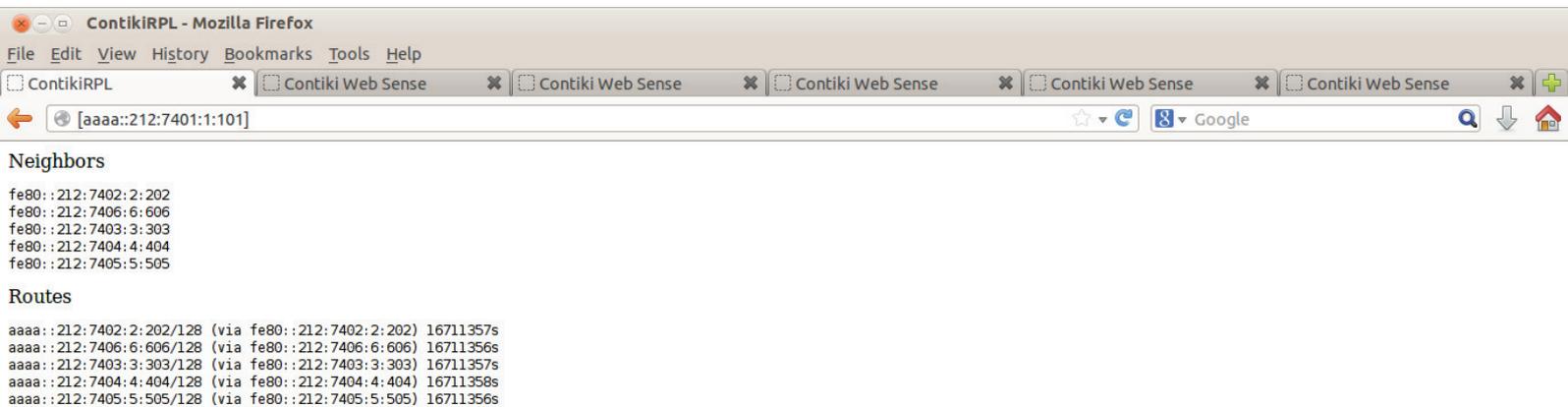
βλέπουμε ότι έχει δημιουργηθεί μια public ipv6 για το border-router

Αντιγράφουμε την IPv6 και ανοίγουμε τον browser μας και πληκτρολογούμε την διεύθυνση του border router ως εξής

http://[IPv6 border-router]

δηλ http://[aaaa::212:7401:1:101]

όπου μας εμφανίζει την παρακάτω εικόνα



Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε όσοι είναι συνδεδεμένοι πάνω στον border router.

Αν πάρουμε μια IP ενός router και την πληκτρολογήσουμε σε μια νέα καρτέλα τι θα γίνει άραγε; Πάμε να δούμε...

Πχ `http://[aaaa::212:7402:2:202]`

Μας εμφανίζονται οι μετρήσεις του συγκεκριμένου webmote με την ip `aaaa::212:7402:2:202` όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Current readings

Light: 185
Temperature: 24° C

Αν ανανεώσουμε την συγκεκριμένη καρτέλα θα ανανεωθούν και οι τιμές των μετρήσεων της. Όπως θα δούμε παρακάτω μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις και στους υπόλοιπους webmotes



Current readings

Light: 171
Temperature: 24° C



Current readings

Light: 317
Temperature: 24° C



Current readings

Light: 320
Temperature: 24° C



Current readings

Light: 85
Temperature: 24° C

Πως το πετύχαμε αυτό;

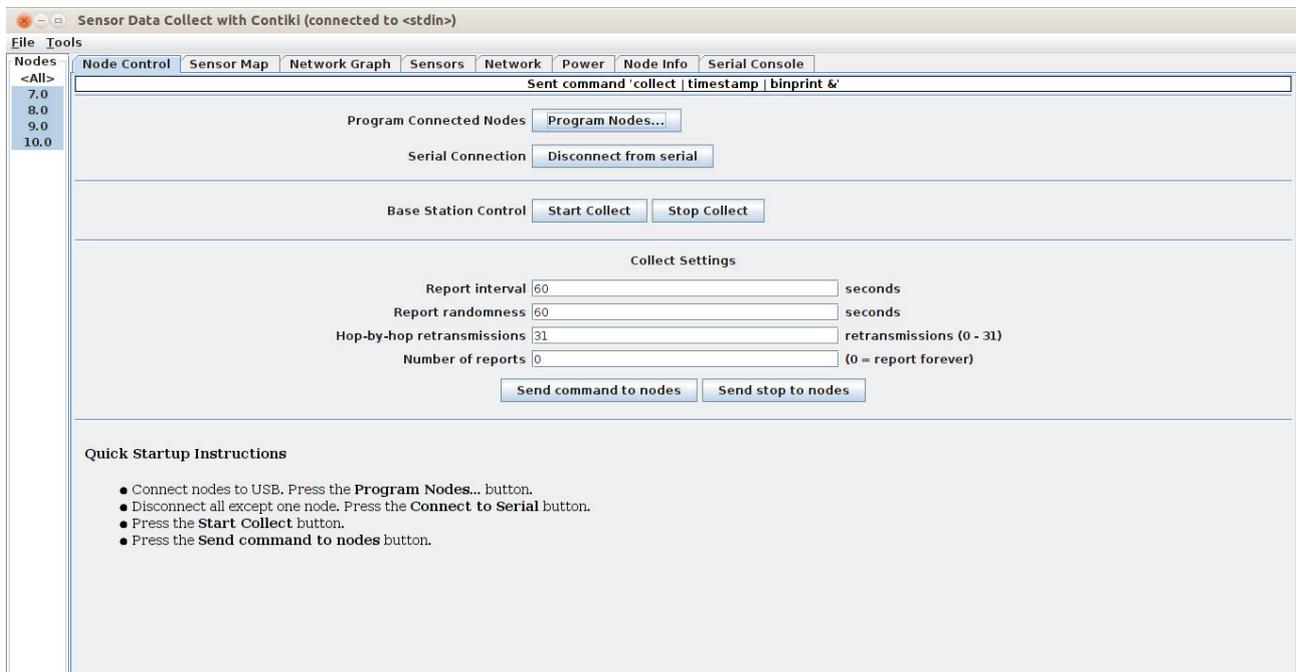
Αρχικά είδαμε πριν ότι ενεργοποιήσαμε το εργαλείο tunslip της Contiki όπου συνδέσαμε το router με τον Cooja. Αυτό το εργαλείο χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο που λέγεται SLIP δηλαδή Serial Line IP. Το SLIP ενεργοποιεί εικονικά το πρωτόκολλο IP και έτσι μπορούν οι κόμβοι να στείλουν IP πακέτα και παράλληλα να μπορούν μεταξύ τους να συνεχίσουν να στέλνουν uIP πακέτα. Που είναι μια ελαφριά έκδοση του IP πρωτοκόλλου

Στην συνέχεια έχουμε τους 4 CollectView οι οποίοι συλλέγουν δεδομένα από τους κόμβους του Collect View ΠΧ ενέργεια θερμοκρασία και ενεργοί γείτονες. Τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν είναι τα παρακάτω

Για να ενεργοποιήσουμε την συλλογή δεδομένων πηγαίνουμε

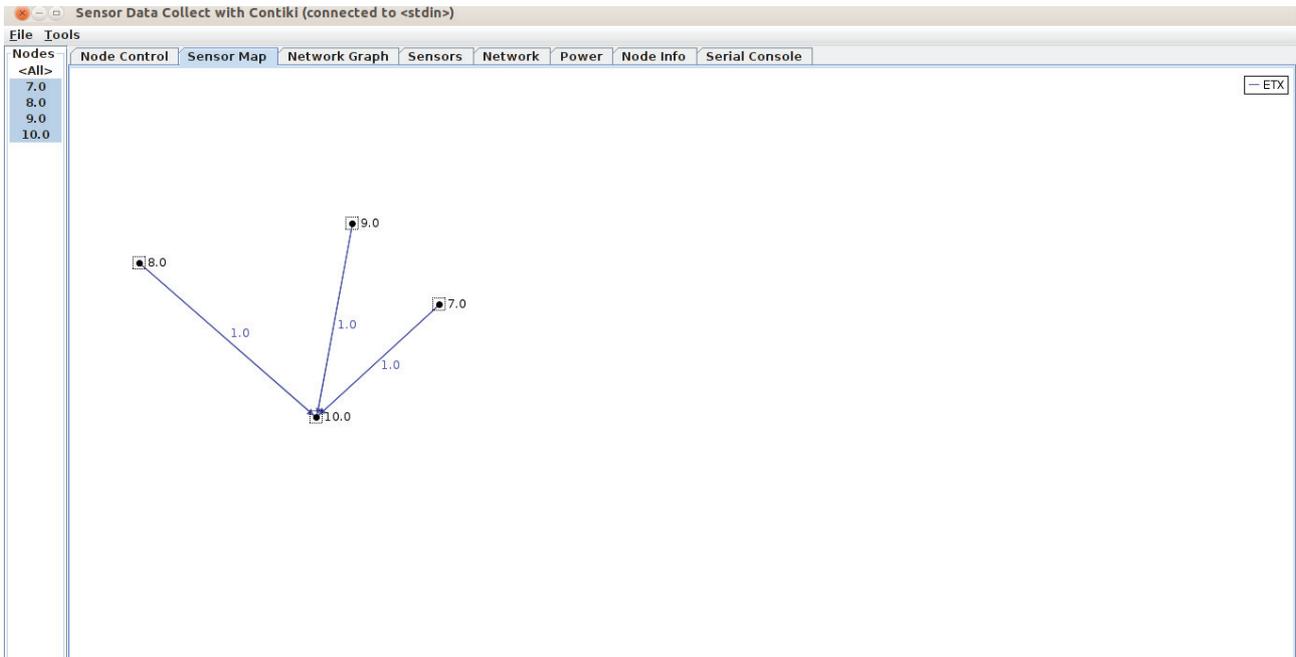
Tools→ Collect View→Mote Sky 1

όπου θα μας εμφανιστεί το παράθυρο Sensor Data Collect with Contiki εκεί κάνουμε κλικ στο κουμπί Star Collect και στην συνέχεια κλικ στο κουμπί Send Command to note

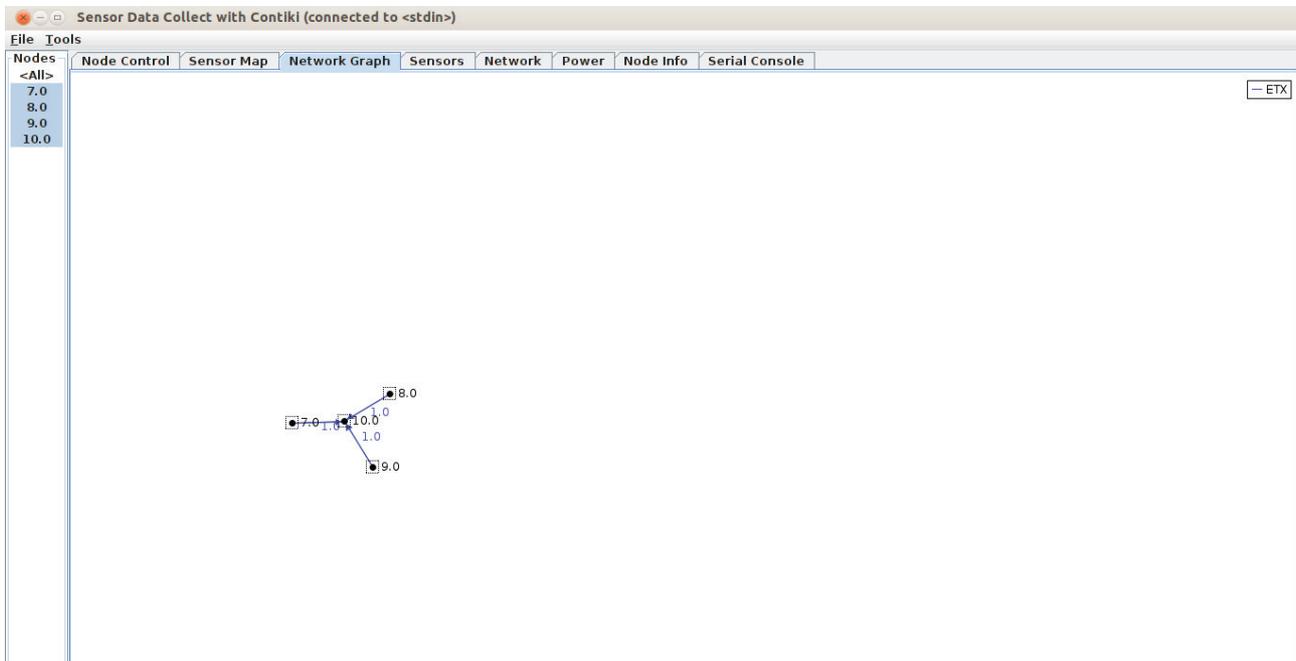


μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα θα εμφανιστούν οι πρώτες αναφορές. Οι πληροφορίες που έχουμε συλλέξει σχετίζονται την μπαταρία πχ η ποσότητα της ενέργειας που καταναλώθηκε, την θερμοκρασία, την τοπολογία των αισθητήρων αυτών, το δίκτυο δηλαδή πακέτα που χάθηκαν που λήφθηκαν κτλ

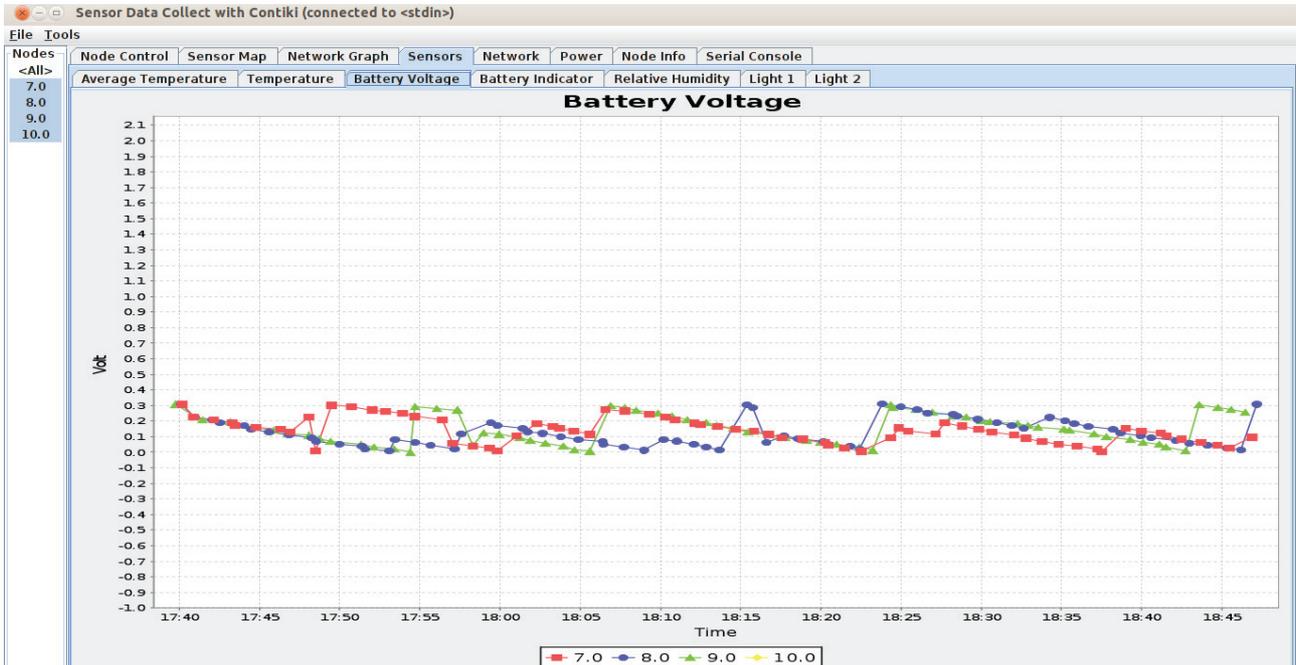
Χάρτης Αισθητήρων σε γράφημα



Τοπολογία δικτύου σε γράφημα



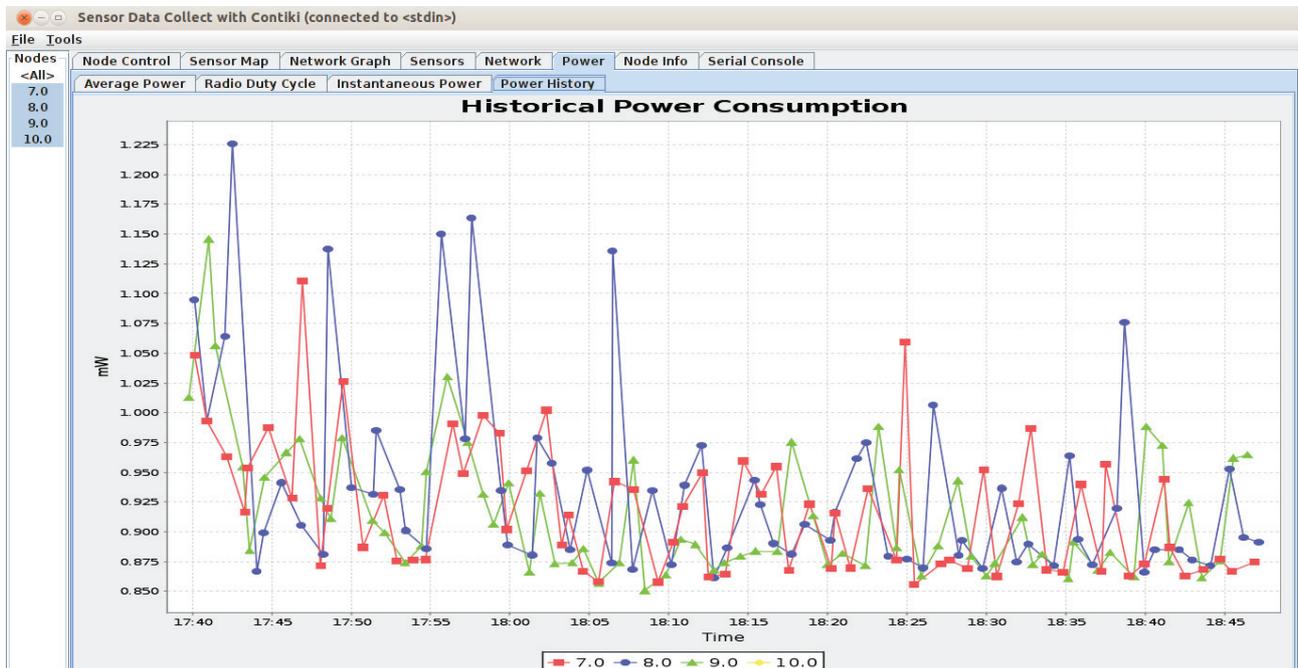
Τάση μπαταρίας σε γράφημα



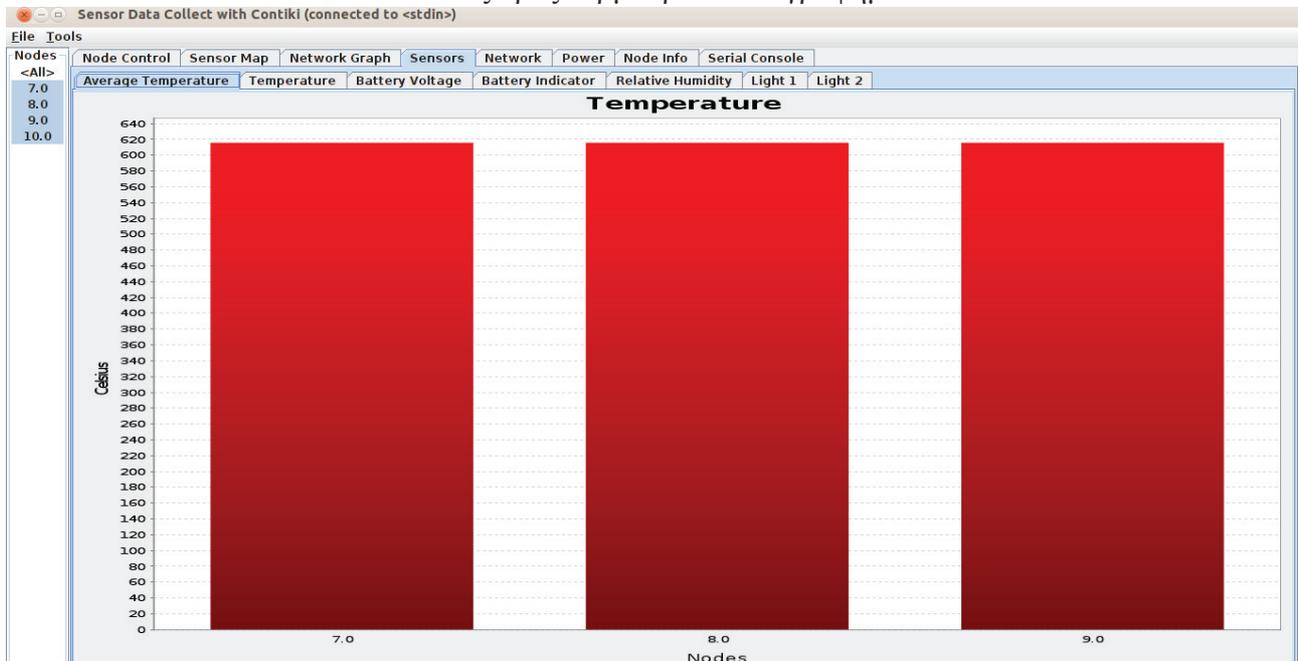
Μέσος όρος κατανάλωσης ενέργεια



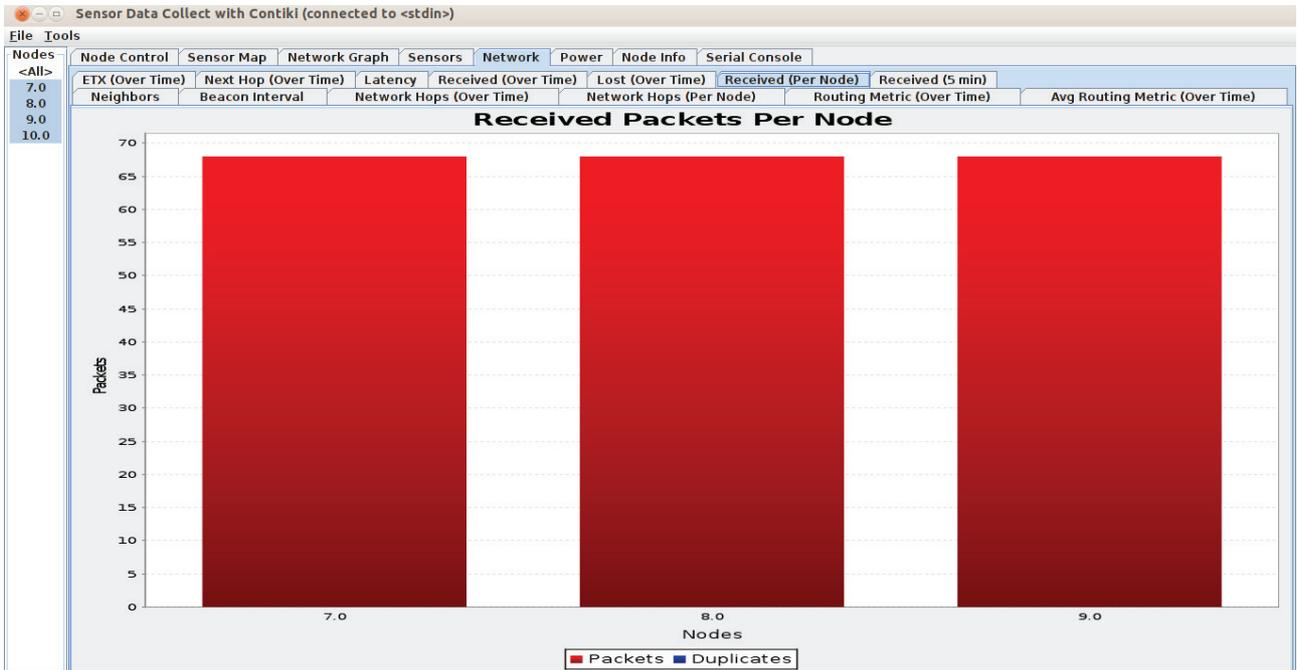
Ιστορικό κατανάλωσης ενέργειας



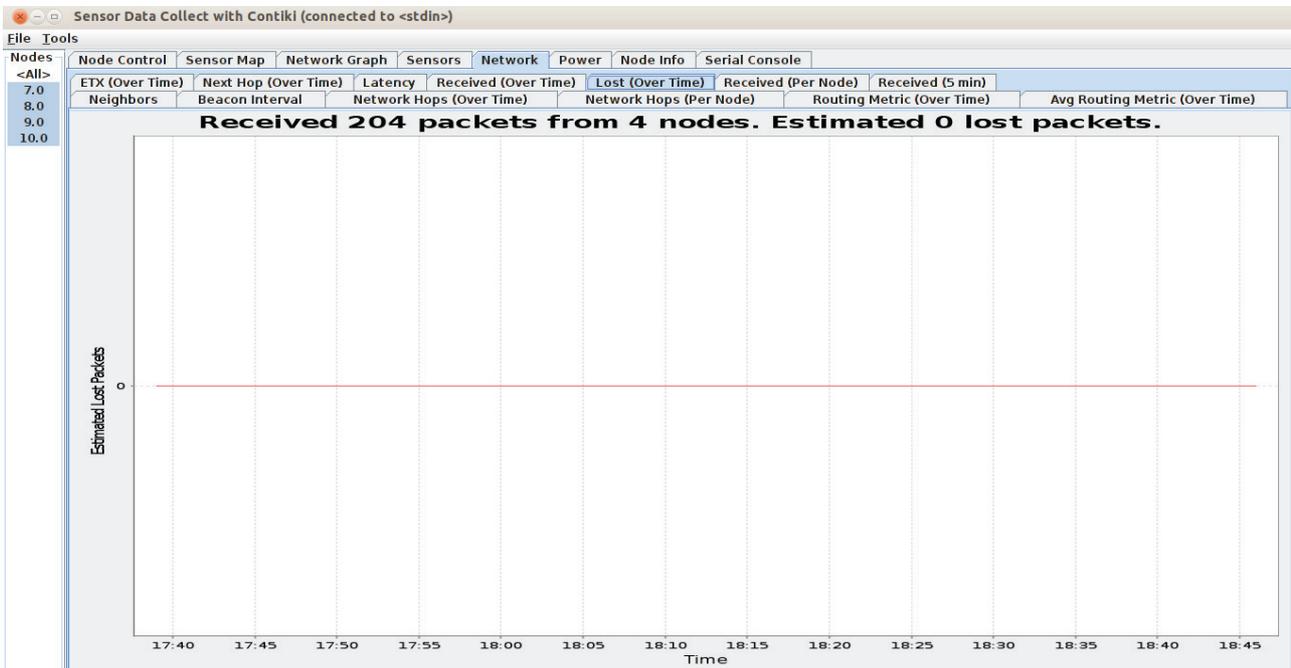
Μέσος όρος θερμοκρασία σε γράφημα



Λήψη πακέτων σε γράφημα



Πακέτα που χάθηκαν κατά την προσομοίωση



Συμπέρασμα Παραδείγματος

Υπάρχουν τεχνολογίες που είναι πιο προσαρμοσμένες για του αισθητήρες και είναι ασύμβατες με την “κοινή” τεχνολογία των υπολογιστών. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπάρχει ένα χάσμα ανάμεσα στον μικρόκοσμο των αισθητήρων και των κοινών υπολογιστών. Μέσα από αυτό το παράδειγμα δείξαμε ότι αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα. Μπορούμε να συνδέσουμε αυτούς τους δυο διαφορετικούς αλλά κατά τα άλλα ίδιους κόσμους σε μια συνεργία πολύτιμη για όλους. Τα δεδομένα που συλλέγουμε μέσα από τους αισθητήρες μπορούμε να τα κάνουμε διαθέσιμα σε όλους. Οι τεχνολογίες όπως το cloud, το fog, το edge computing, είναι μια άλλη αντιμετώπιση του προβλήματος, μια διαφορετική λύση που κάτω από την συνεργασία τους δίνουν απλόχερα πρόσβαση στην πληροφορία. Θυμάστε το border-router; Η δουλειά του είναι να μεταφράσει τα πρωτόκολλα των αισθητήρων στα κοινά γνωστά σε όλους μας πρωτόκολλα (tcp/ip,udp κτλ). Είναι ένα παράθυρο επικοινωνίας ανάμεσα στο δίκτυο των αισθητήρων και το Internet. Αυτό ακριβώς είναι και οι αισθητήρες είναι ένα παράθυρο του ψηφιακού στον αναλογικό κόσμο που ζούμε.

5.5 - Προσομοιωτές Internet of Things/Αναφορά Βιβλιογραφίας

<https://en.wikipedia.org/wiki/Contiki>

<https://www.contiki-os.org/start.html>

https://anrg.usc.edu/contiki/index.php/RPL_Border_Router

https://anrg.usc.edu/contiki/index.php/REST_example_running_on_Cooja_and_Sky_motes

Κεφάλαιο 6.0 - Internet of Things/Τέλος Ταξιδιού

Φράσαμε! Αυτό ήταν, το δικό μας ταξίδι τελείωσε... Ο χρόνος που είχαμε τελείωσε... Όμως το internet των πραγμάτων μόλις ξεκίνησε... Και αν έφτασες ως εδώ και όλα σου φαίνονται οικία και γνωστά, κλείσε τα μάτια σου και θα δεις ότι το μέλλον μας καλεί, και εμείς ανταποκρινόμαστε σε αυτό. Γιατί όλες οι αλληλεπιδράσεις που εκτελούμε καθημερινά, μας οδηγούν σε αυτό. Αν λοιπόν σε ρωτήσει κανείς ποιος χτίζει το μέλλον σου; Η απάντηση είναι εσύ. Η ζωή περνάει μέσα από όλες αυτές τις αλληλεπιδράσεις και προχωράει διαρκώς στον μελλοντικό εσύ. Ο Τέσλα για παράδειγμα ήταν ένας από τους ανθρώπους που ήταν πολύ μπροστά από την εποχή του. Εκτός ότι άλλαξε τα δεδομένα της παγκόσμιας ηλεκτροδότησης, ήταν έτοιμος να δημιουργήσει ένα σύστημα παγκόσμιας ασύρματης ηλεκτροδότησης. Όταν εμείς στον 21 αιώνα δεν έχουμε εξελίξει ακόμα την τεχνολογία της μπαταρίας, αυτός ο άνθρωπος εμπνεύστηκε στον προηγούμενο αιώνα ένα σύστημα που θα μπορούσε να μεταφέρει πληροφορίες και ηλεκτρισμό παντού με ελάχιστο κόστος. Δεν χρειάζεται καν να φανταστεί κανείς, τι εφαρμογές θα έβρισκε ένα τέτοιο σύστημα στην εποχή μας. Δεν χρειαζόμαστε ανθρώπους που είναι “κολλημένοι” σε μια άλλη εποχή χρειαζόμαστε τέτοιους ανθρώπους που να μπορούν να εμπνέουν το μέλλον γιατί η ζωή προχωράει...Αυτό είναι το Internet of Things. Το μέλλον μας. Η σύνδεση δισεκατομμύρια συσκευών θα δημιουργήσει νέες αλληλεπιδράσεις με τον κόσμο. Όντα για παράδειγμα έχεις αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα για την υγεία ενός ανθρώπου και αυτά συνδέονται με μια πλατφόρμα που μπορεί να δράσει έγκαιρα και κατάλληλα σε μια έκτακτη ανάγκη αλλά και να μάθει τις συνήθειες του ανθρώπου αυτού και να τον βοηθήσει να καλυτερέψει την ζωή του αυτό δημιουργεί μια αλληλεπίδραση ανθρώπινη όπως ακριβώς θα έκανε και ένας αληθινός φίλος του. Είναι μια υπηρεσία που δεν υπήρχε ποτέ άλλοτε στην ανθρωπότητα και αυτή την στιγμή την έχουν πολύ άνθρωποι ανάγκη. Ο άνθρωπος είναι ένα όν που έχει πάρα πολλές ανάγκες. Άλλες είναι βασικές για την επιβίωση του και άλλες για να τον κάνουν χαρούμενο. Σε ένα κόσμο που η ζωή σου γίνεται πιο ευχάριστη και απλή, εσύ ο ίδιος γίνεσαι αυτόματα χαρούμενος και πιο αποδοτικός. Με τόση πρόσβαση στην πληροφορία κάνεις τον εγκέφαλο σου να μαθαίνει περισσότερα, να σκέφτεται καινούργιες ιδέες, για να μπορείς να κάνεις ένα βήμα πιο πέρα, για να μην σταματάς να εξελίσσεσαι σε κάτι καλύτερο. Οι IoT συσκευές εξελίσσονται σε μια αποτελεσματική περιβάλλουσα νοημοσύνη. Έχουν την δυνατότητα της προσαρμοστικότητας. Να μπορούν να προσαρμόζονται στις τρέχοντες συνθήκες αλλάζοντας με αυτόματο τρόπο κάποιες ρυθμίσεις με βάση τις μετρήσεις και παραμέτρους που έχουν δηλαδή με βάση την

αντίληψη που έχουν για το τρέχον περιβάλλον. Ένα παράδειγμα είναι το κλιματιστικό σου. Το ρυθμίζεις εσύ με βάση μια μέση θερμοκρασία που εσύ αισθάνεσαι άνετα. Στην πραγματικότητα όμως αυτός ο τρόπος δεν είναι αποδοτικός ενεργειακά. Σε ένα κλιματιστικό IoT με περιβάλλουσα νοημοσύνη θα μπορούσε να αποφασίζει αυτό για την κατάλληλη θερμοκρασία του χώρου με βάση ανάλογα τα πόσα άτομα βρίσκονται σε αυτό αλλά και την έκταση που έχει και την ενεργειακή αποδοτικότητα του χώρου καθώς και με βάση τις καιρικές συνθήκες της περιοχής κτλ. Αυτό θα ήταν πιο αποδοτικό γιατί θα είχες πιο σωστή θερμοκρασία για σένα και την υγεία σου αλλά και για την τσέπη σου. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των IoT είναι η συμβατότητα. Να μπορούν οι συσκευές να διαχειρίζονται από τον υπολογιστή μας αλλά και από το ίδιο το Smartphone μας ή οπουδήποτε αλλού. Αλλά δεν πρέπει να υπάρχει συμβατότητα μόνο στις συσκευές αλλά και στους χρήστες. Είναι μια τεχνολογία που απευθύνεται για όλους. Για αυτό η δυναμική του φύση είναι αναγκαία. Απευθύνεται σε έναν επιστήμονα αλλά και σε έναν απλό άνθρωπο. Οι εφαρμογές IoT πρέπει να κατασκευαστούν με γνώμονα την απλότητα. Ο χειρισμός τους πρέπει να είναι κατανοητός ώστε ο χρήστης να καταλάβει και να βρει εύκολα αυτό που χρειάζεται. Εκεί όμως που θα πρέπει να δοθεί περισσότερο βάρος είναι η ασφάλεια. Προφανώς το Internet of Things αποτελεί έναν νέο κόσμο, γεμάτο προκλήσεις. Η ασφάλεια, πάντα θα παραμείνει δικιά σου ευθύνη και αυτό το καθιστά ευθύνη της ανθρωπότητας. Η σωστή αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών και εφαρμογών πρέπει να εγγυάται και να διασφαλίζεται. Ακόμα σε ένα χειρότερο σενάριο είναι όταν επιτήδριοι εκμεταλλεύονται κενά ασφαλείας σε συσκευές Internet of Things, για να τις μετατρέψουν σε bots για προσωπική τους χρήση όπως το Botnet Mirai. Στο άκουσμα και μόνο τέτοιων γεγονότων η εμπιστοσύνη θα χαθεί και δεν θα μπορεί να σταθεί στην αγορά καθώς η οποιαδήποτε αδυναμία, ελοχεύει άμεσο κίνδυνο για τα δεδομένα του χρήστη καθώς και για την ιδιωτικότητα του. Το αγοραστικό και το επενδυτικό κοινό δικαίως θα απορρίψει την τεχνολογία IoT καθώς η ίδια η φύση της τεχνολογίας αυτής, με τον έναν ή τον άλλο τρόπο, στο τέλος της μέρας εκβαθύνει στην ιδιωτική ζωή όλων των ανθρώπων και αυτό δημιουργεί προκλητικότητα με άμεσους κινδύνους. Όπως αποδείχτηκε δεν είναι λίγοι οι τομείς οι οποίοι έχουν ωφεληθεί από την ανάπτυξη του Internet of Things. Χρειάζεται συνεργασία πολλών τεχνολογιών από πολλούς κλάδους και αυτό για ένα πρώτο στάδιο γιατί ακόμα δεν είναι ούτε στην αρχή. Αλλά σίγουρα είναι επιτακτική ανάγκη και χρέος να ασκηθεί κριτική στην τεχνολογία του IoT, με μια πιο προσεκτική ματιά καθώς υπάρχουν κρίσιμα ζητήματα. Οφείλουμε να εξερευνήσουμε εκείνα τα μέτρα που θα αποτρέψουν τέτοιες ανησυχίες ώστε η θετική επίδραση της IoT τεχνολογίας να γίνει εκ του ασφαλούς, με γνώμονα πάντα

το δικαίωμα του ανθρώπου. Όταν εργαστούμε και ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια αναμένουμε ένα λαμπρό μέλλον.