



# **ΕΥΦΥΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΑ ΔΙΚΤΥΑ (SOFTWARE DEFINED NETWORKS) ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (INTERNET OF THINGS)**

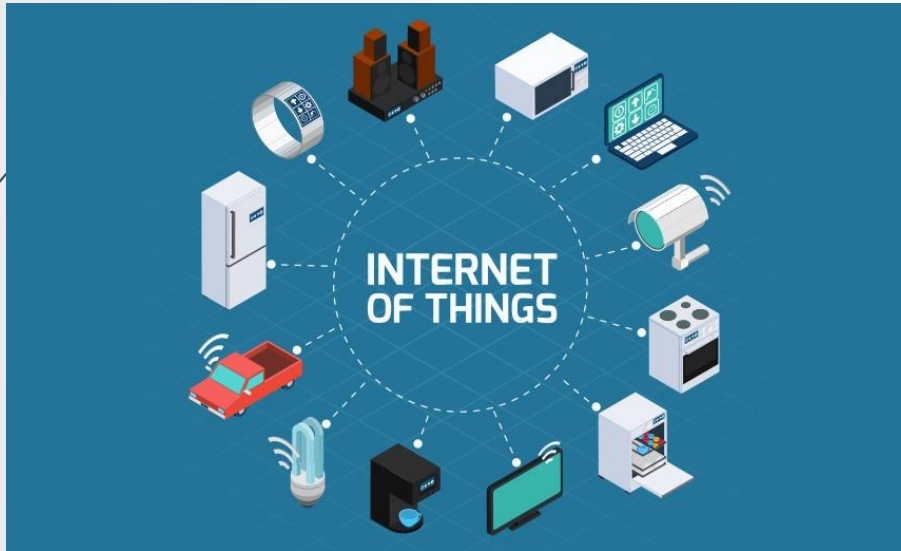
Παρουσίαση Διπλωματικής Εργασίας

Φατσής Γεώργιος (mai 18082)

# Σκοπός - Στόχοι της εργασίας

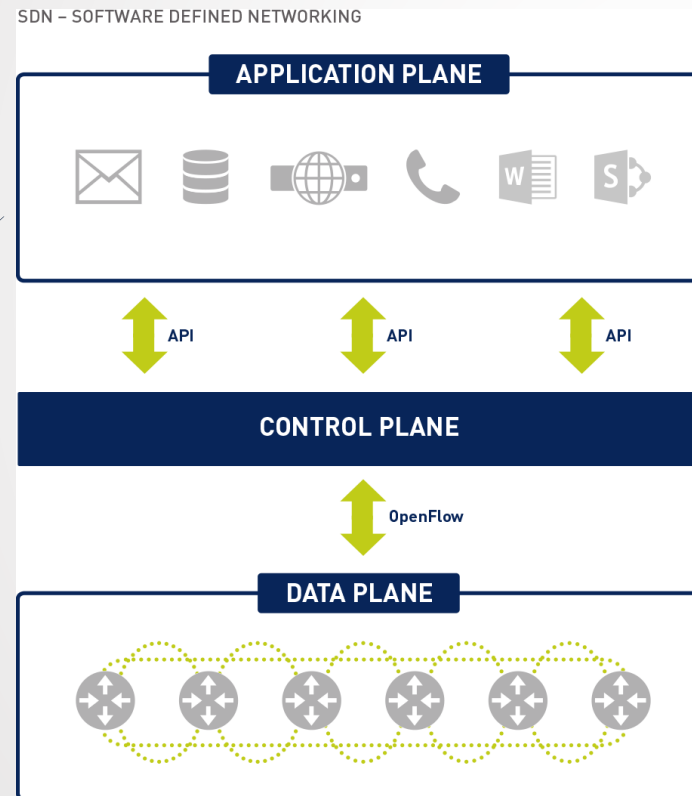
- Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιαστεί η εισαγωγή των Ευφυών προγραμματιζόμενων δικτύων στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων.
- Στόχος της εργασίας είναι να δούμε τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουν την εισαγωγή των SDN στο IoT οι υλοποιήσεις όπως το CORAL και το SDN WISE.
- Στόχος της εργασίας είναι να πραγματοποιηθεί μια σύγκριση μεταξύ των CORAL και SDN-WISE.

# Τι είναι Διαδίκτυο των Πραγμάτων ή Αντικειμένων (IoT)



- Αποτελεί τη διασύνδεση μέσω του Διαδικτύου με υπολογιστικές συσκευές με μικρή επεξεργαστική δυνατότητα σε καθημερινά αντικείμενα
- Επιτρέπει να στέλνουν και να λαμβάνουν δεδομένα.
- Αποτελεί την ενοποίηση του πεδίου των πληροφοριών με το φυσικό χώρο.
- Οι Συσκευές οι οποίες το αποτελούν υπόκεινται σε φυσικούς περιορισμούς.

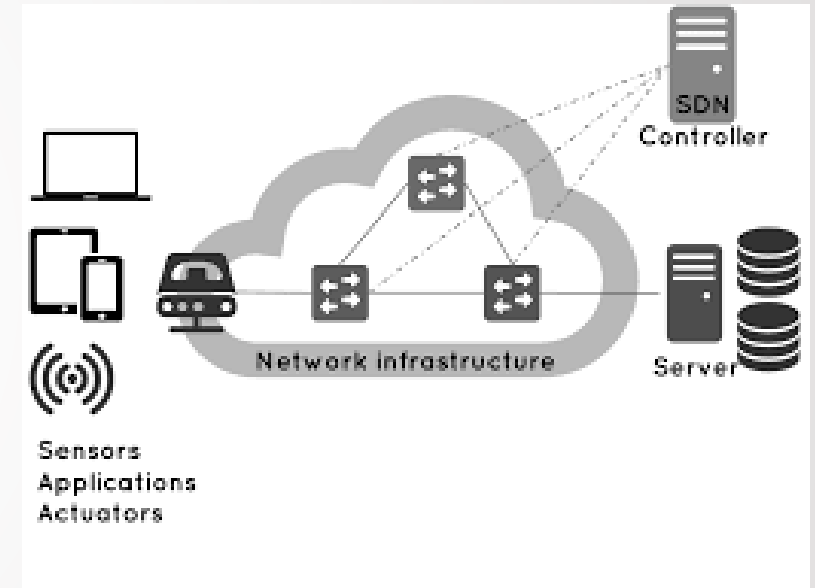
# Τι είναι Software Defined Networks (SDN)



- Είναι τα δίκτυα τα οποία χρησιμοποιούν έναν προγραμματιζόμενο ελεγκτή
- Ο Ελεγκτής ελέγχει και διαχειρίζεται την διαδικτυακή κίνηση.
- Ο Ελεγκτής εφαρμόζει κεντρικό έλεγχο στο δίκτυο όμως δεν αποτελεί μέρος του.
- Διαχωρίζουν το δίκτυο σε δύο επίπεδα το επίπεδο ελέγχου (Control Plane) και το επίπεδο των δεδομένων (Data Plane).
- Επιτρέπουν την εύκολη διαχείριση σε μεγάλο πλήθος συσκευών και διαδικτυακής κίνησης
- Επιτρέπουν την εύκολη διαχείριση της διαφορετικότητας των συσκευών.
- Έχουν την δυνατότητα να προχωρούν σε αλλαγές στη δρομολόγηση της διαδικτυακής κίνησης χωρίς να απαιτείται αλλαγή ή τροποποίηση στο λειτουργικό σύστημα των συσκευών.

# Ζητήματα που καλούνται τα SDN να επιλύσουν στο IoT

- Το πλήθος των συσκευών.
- Η διαφορετικότητα των συσκευών.
- Η διαφορετικότητα των εφαρμογών για τις οποίες χρησιμοποιούνται.
- Η δυνατότητα των συσκευών να μετακινούνται.
- Η εξασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας.



# SDN-WISE

Software Defined Networking solution for Wireless Sensor Networks

- Βασικός στόχος είναι να πετύχει την ενσωμάτωση των SDN στο IoT.
- Αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο της Catania

Βασικοί στόχοι του SDN-WISE

- Μείωση των διακινούμενων πακέτων μεταξύ κόμβων και ελεγκτών.
- Εκμετάλλευση της επεξεργαστικής δύναμης των κόμβων
- Stateful
- Υποστήριξη ευέλικτων κανόνων δρομολόγησης
- Εξοικονόμηση Πόρων
- Εισαγωγή των NFV στο IoT με χρήση του ONOS



# Χαρακτηριστικά SDN-WISE

- Χρησιμοποιεί πολλαπλούς ελεγκτές (ONOS,SDN-WISE Visor)
- Χρησιμοποιεί προσομοιωμένους κόμβους υλοποιημένους σε Java
- Οι κόμβοι χωρίζονται στους απλούς Κόμβους και τους Sink Κόμβους.
- Χρησιμοποιεί Data Aggregation καθώς και επιλογές για την απενεργοποίηση του πομπού του κόμβου.





# CORAL

## CORAL (Cross-Layer Control of Data Flows)

Είναι μια πλατφόρμα η οποία αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

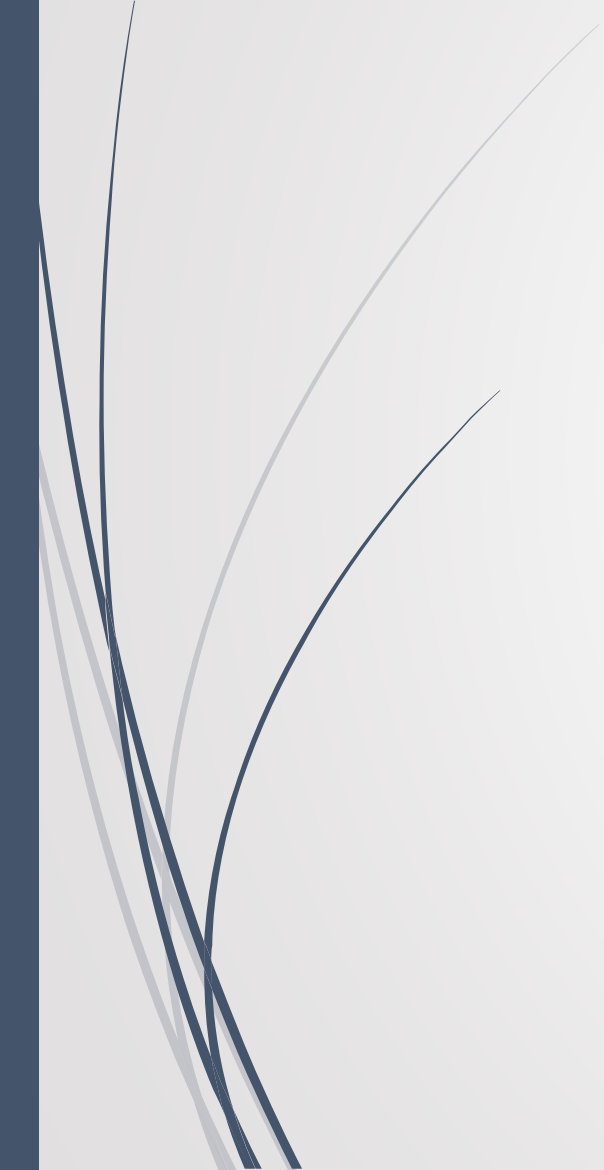
- Παρέχει στον χρήστη δυνατότητες SDN προκειμένου να υλοποιήσει βελτιωμένες εφαρμογές:
  - QoE (Quality of Experience) για τους χρήστες
  - QoS (Quality Of Service) για τις εφαρμογές που αναπτύσσονται στο Διαδίκτυο των Αντικειμένων
- Προσαρμόζει την τεχνολογία των SDN για εφαρμογή στα δίκτυα IPv6 τα οποία χρησιμοποιούν πρωτόκολλο επικοινωνίας RPL.
- Διαχωρίζει το επίπεδο ελέγχου από το επίπεδο των δεδομένων. Με την χρήση του ελεγκτή CORAL.
- Ο Ελεγκτής ρυθμίζει τις παραμέτρους του πρωτοκόλλου δυναμικά.
- Πετυχαίνει μείωση της επικοινωνίας μεταξύ κόμβων και ελεγκτή.
- Πετυχαίνει στόχους όπως η εξοικονόμηση ενέργειας στους κόμβους, αλλά και η υποστήριξη ετερογενών κόμβων.



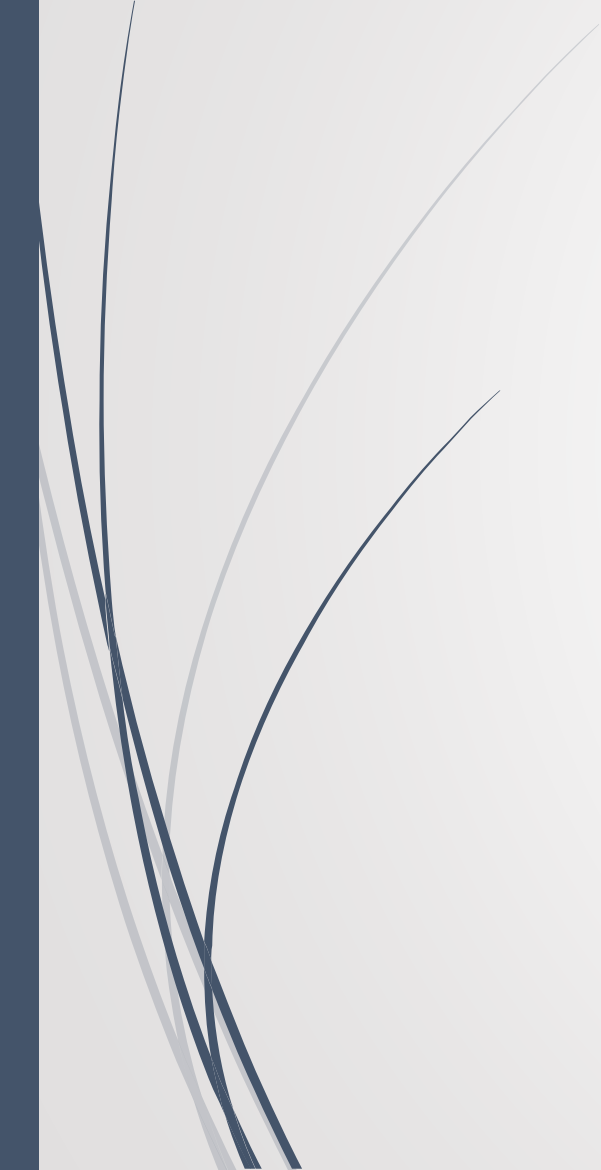
# Χαρακτηριστικά CORAL

- Χρησιμοποιεί τον ελεγκτή CORAL
- Χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα Adaptable RPL, CORAL-SDN
- Χρησιμοποιεί προσομοιωμένους κόμβους Cooja Motes.
- Παρέχει dashboard μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιεί ρυθμίσεις.

# Live Demo CORAL



# Live Demo SDN-WISE



# Συμπεράσματα (1)

- Οι διαφορετικές υλοποιήσεις των SDN στο IoT δεν καλούνται να επιλύσουν μόνο ζητήματα τα οποία υπάρχουν στο IoT αλλά και ζητήματα τα οποία εμφανίζονται με την εισαγωγή των SDN όπως overhead στο δίκτυο, επικοινωνία μεταξύ ελεγκτή-κόμβων.
- Οι υλοποιήσεις CORAL και SDN-WISE είναι υλοποιημένες έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν για την εκτέλεση πειραμάτων είτε σε φυσικούς είτε σε προσομοιωμένους κόμβους.
- Οι υλοποιήσεις CORAL και SDN-WISE δημιουργήθηκαν έτσι ώστε να είναι επεκτάσιμες και να υποστηρίζουν καινοτόμες εφαρμογές.
- Η υλοποίηση του SDN-WISE δεν είναι αρκετά φιλική προς τον χρήστη, δεν παρέχει αρκετές δυνατότητες για ρύθμιση του πρωτοκόλλου το οποίο χρησιμοποιεί.
- Η υλοποίηση του SDN-WISE δεν εμφανίζει χαρακτηριστικά ευελιξίας που απαιτεί το Διαδίκτυο των Αντικειμένων, όπως υποστήριξη κινητών κόμβων,
- Η υλοποίηση του SDN-WISE παρέχει δυνατότητα για χρήση πολλαπλών ελεγκτών ή εξωτερικών ελεγκτών όπως ο ONOS.
- Η υλοποίηση του CORAL παρέχει δυνατότητες οι οποίες είναι πάρα πολύ σημαντικές στο IoT, όπως υποστήριξη κινητών κόμβων, υποστήριξη ετερογενών κόμβων.
- Η υλοποίηση του CORAL παρέχει στον χρήστη αυξημένες δυνατότητες για έλεγχο με την χρήση του Dashboard.

Αντικείμενα σύγκρισης	CORAL	SDN-WISE
Υποστηρίζει πολλαπλά πρωτόκολλα	NAI	OXI
Εφαρμογές προσανατολισμένες σε QoS QoE	NAI	OXI
Dashboard	NAI	OXI
Ευφυής ρύθμιση πρωτοκόλλου	NAI	OXI
Ο χρήστης επιλέγει το πρωτόκολλο	NAI	OXI
Υποστηρίζει ετερογενή δίκτυα	NAI	NAI
Ο ελεγκτής είναι επεκτάσιμος	NAI	NAI
Το πρωτόκολλο είναι επεκτάσιμο	NAI	OXI
Υποστηρίζει κινητούς κόμβους	NAI	OXI
Μπορεί να χρησιμοποιεί πολλαπλούς ελεγκτές	OXI	NAI
Χρησιμοποιεί ευφυΐα	NAI	OXI
Δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να πραγματοποιήσει αλλαγές	NAI	OXI
Υποστηρίζει εξωτερικούς ελεγκτές	OXI	NAI

## Συμπεράσματα (2)

- Το CORAL επιτρέπει στον χρήστη να διαμορφώσει επακριβώς τα σενάρια εκτέλεσης που επιθυμεί.
- Το CORAL δίνει περισσότερες επιλογές στον χρήστη λόγω των κόμβων που χρησιμοποιεί.
- Το SDN-WISE αντίθετα, δεν προσφέρει αρκετές δυνατότητες λόγω των υλοποιημένων σε Java κόμβων που χρησιμοποιεί.
- Το SDN-WISE δεν παρέχει σταθερότητα σε προσομοιώσεις οι οποίες εκτελούνται για αρκετό χρόνο
- Το SDN-WISE κατά την εκτέλεση προσομοιώσεων με κινητούς κόμβους παρατηρήσαμε ότι η τοπολογία δεν ανανεώνεται σωστά, πράγμα το οποίο δείχνει ότι το SDN-WISE δεν υποστηρίζει σωστά κινητούς κόμβους εντός της προσομοίωσης.
- Και οι δύο υλοποιήσεις χρησιμοποιούν ελεγκτές οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα από την προσομοίωση πράγμα που δίνει δυνατότητα στον χρήστη να στήσει τον ελεγκτή σε οποιαδήποτε πλατφόρμα επιθυμεί.

# Όρια και περιορισμοί της έρευνας

Η συγκεκριμένη εργασία περιορίστηκε σε μια βιβλιογραφική επισκόπηση των δύο διαφορετικών υλοποιήσεων καθώς και:

- Τη σύγκριση μεταξύ των δύο υλοποιήσεων
- Την χρήση των δύο υλοποιήσεων.
- Κάποια από τα αρχικά σενάρια που επιλέχθηκαν προκειμένου να αναδειχτούν οι δυνατότητες και των δύο υλοποιήσεων δεν ήταν δυνατόν να υλοποιηθούν στο SDN-WISE λόγω περιορισμού στις δυνατότητες των κόμβων που χρησιμοποιεί.
- Κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας εργασίας δημοσιεύθηκε η νέα έκδοση του CORAL SDN η οποία ονομάζεται VERO-SDN και λόγω των χρονικών περιορισμών της παρούσας διατριβής περιοριστήκαμε στην ανάλυση μόνο του CORAL.

# Μελλοντικές προεκτάσεις

- Περαιτέρω σύγκριση των δύο υλοποιήσεων με τη χρήση πραγματικών κόμβων ή εξομοιωμένων κόμβων πάνω σε κοινά σενάρια.
- Περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων που πετυχαίνουν οι υλοποιήσεις αυτές σε τομείς όπως η εξοικονόμηση ενέργειας.
- Περαιτέρω πειραματικές υλοποιήσεις με χρήση πραγματικών κόμβων και διαφορετικών πρωτοκόλλων προκειμένου να δούμε εάν τα ευφυή προγραμματιζόμενα δίκτυα μας επιτρέπουν να πραγματοποιήσουμε διασύνδεση ακόμα και διαφορετικών πρωτοκόλλων με την χρήση του SDN.
- Μια εναλλακτική πρόταση θα ήταν να πραγματοποιηθεί εισαγωγή στο CORAL διαφορετικών ελεγκτών όπως ο ONOS, προκειμένου να πραγματοποιηθεί μία σύγκριση των δύο ελεγκτών (CORAL και ONOS) με βάση την ίδια υλοποίηση.
- Μια εναλλακτική πρόταση για την υλοποίηση του SDN-WISE είναι η επέκταση του έτσι ώστε να υποστηρίζει πλήρως τους κινητούς κόμβους.





Ερωτήσεις;