



«Διαχείριση δικτύων αισθητήρων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης»

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών
Υπολογιστών

Αναστάσιος Ζαφειρόπουλος

Ημερίδα ΚΑΠΕ: Εξοικονόμηση Ενέργειας στην Ηλεκτρική Κατανάλωση: Επιλογή
Ενεργειακά Αποδοτικού Εξοπλισμού – Έξυπνα Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης
– Παροχή Ενεργειακών Υπηρεσιών

28 Σεπτεμβρίου 2010



Περιεχόμενα

- Δίκτυα Αισθητήρων
 - Χαρακτηριστικά
 - Τεχνολογίες
 - Τοπολογίες Δικτύων Αισθητήρων
- Μετάβαση σε δίκτυα IP
 - Internet of Things
- Πρότυπο 802.15.4 για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
 - Περιγραφή προτύπου
 - 6LowPAN για σύνδεση με IP δίκτυα
- Επίγνωση Περιβάλλοντος
- Σενάρια Χρήσης – Έξυπνα Σπίτια
- Λογισμικό Διαχείρισης



Δίκτυα Αισθητήρων

Συσκευές μέτρησης φυσικών παραμέτρων

Παρέχουν μετρήσεις με ακρίβεια (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, ρυθμός χτύπου καρδιάς, κατανάλωση ενέργειας).



Θερμόμετρο



Μέτρηση χτύπων καρδιάς



Βροχόμετρο

Μέτρηση Υγρασίας



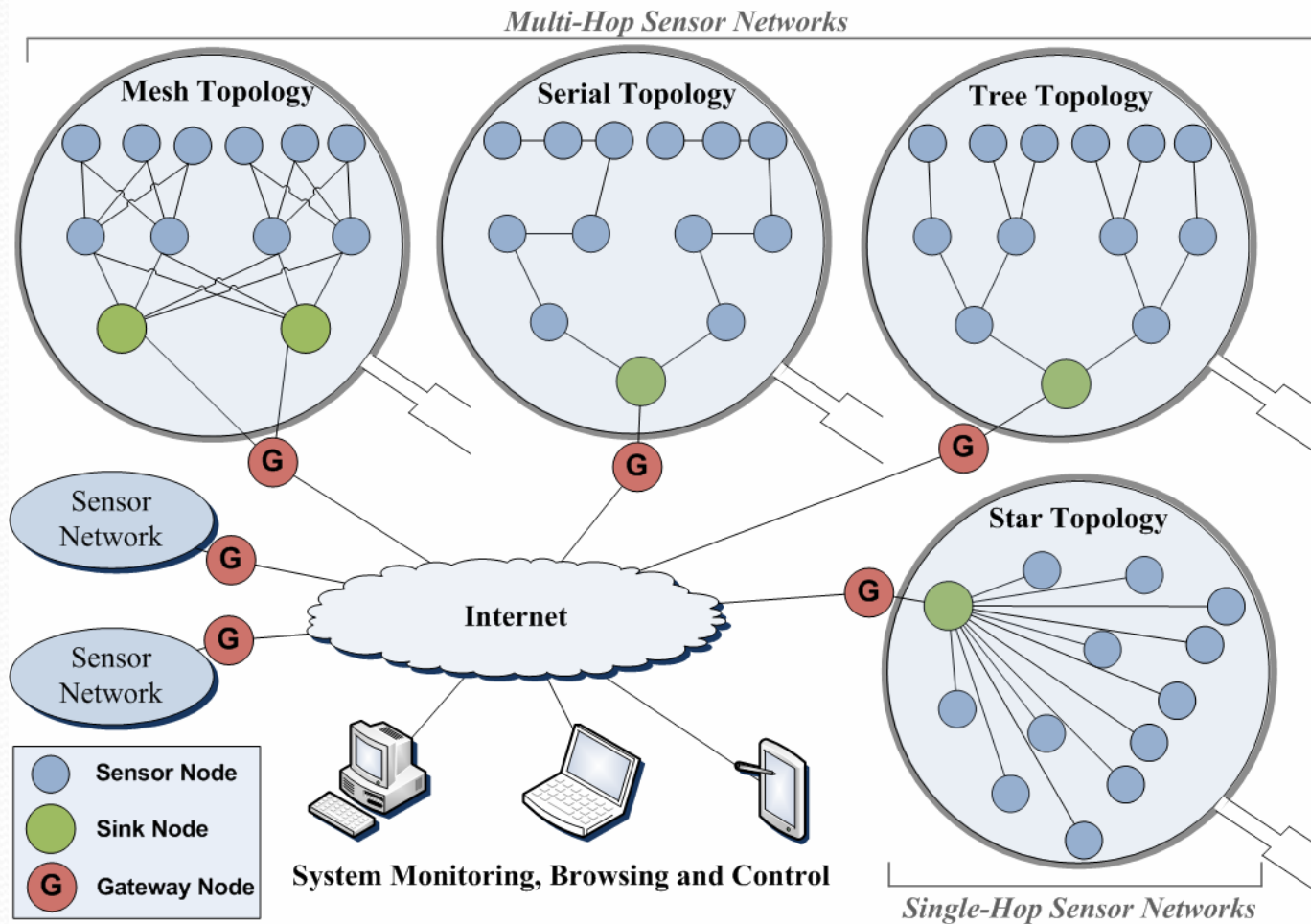


Δίκτυα Αισθητήρων

- Τα δίκτυα αισθητήρων είναι συχνά ασύρματα
 - Επικοινωνία μέσω Wifi – 802.11
 - Επικοινωνία μέσω ZigBee – 802.15.4 (χαμηλή κατανάλωση ενέργειας)
 - Άλλες τεχνολογίες επικοινωνίας
- Συγκεκριμένοι κόμβοι (gateways) παρέχουν διασύνδεση με το Διαδίκτυο
 - Ετερογένεια
- Οι κόμβοι διασύνδεσης μπορεί να συνδέονται με το Διαδίκτυο
 - Ενσύρματα
 - Ασύρματα– π.χ. κινητή τηλεφωνία ή Wifi δίκτυα



Τοπολογίες Δικτύων Αισθητήρων





Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων

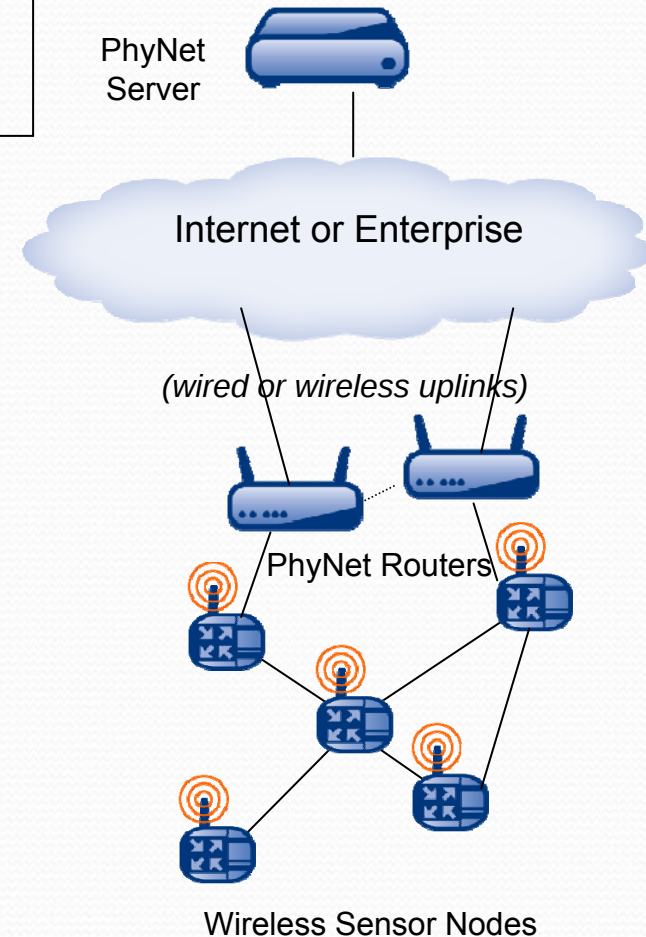
- Δίκτυο συσκευών με μικρό ενεργειακό αποτύπωμα
- Επέκταση χρόνου ζωής
- Επικοινωνία με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας

➤ Λειτουργίες:

- Αίσθηση μετρήσιμων φυσικών παραμέτρων
 - Φωτεινότητα, κίνηση, απόσταση, χημικά στοιχεία, βιομετρικά χαρακτηριστικά
- Σχηματισμός “LoWPAN = Low power Wireless Personal Area Network” και επικοινωνία
 - Αυτόματη επικοινωνία και δρομολόγησης
- Εφαρμογή τεχνικών συλλογής δεδομένων
 - Δειγματοληψία, αναφορές, μέσοι όροι

➤ Αποτελείται:

- Απλοί κόμβοι (Processor, Radio, Storage) + Αισθητήρες
- Ενσωματωμένα λειτουργικά συστήματα
- Εξυπηρετητές και Δρομολογητές



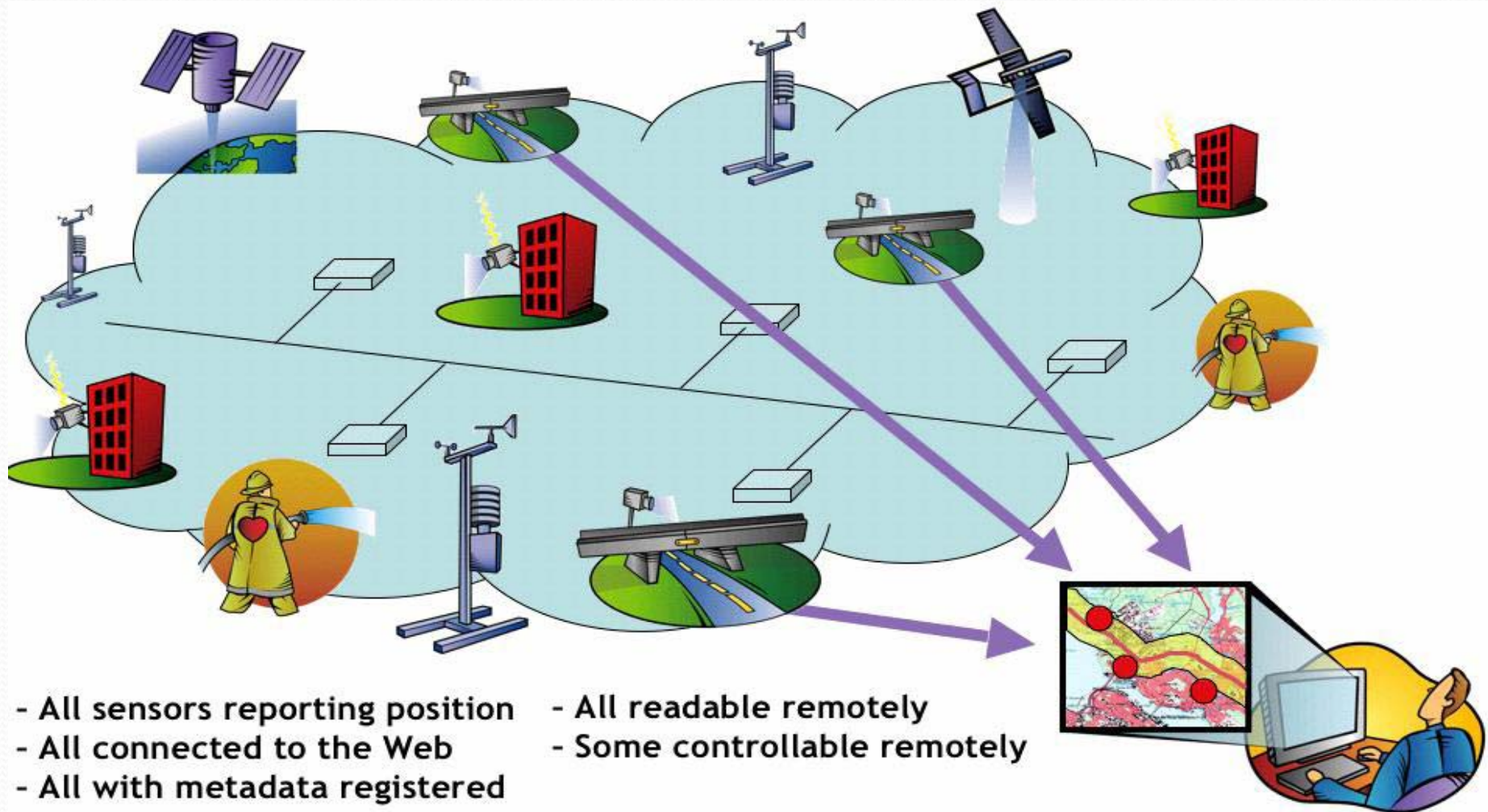


Διαδίκτυο Αισθητήρων - Sensor Web

- Ο όρος Sensor Web έχει ορισθεί από το Open Geospatial Consortium (OGC):
 - Ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από διαφορετικές συσκευές αίσθησης, με επίγνωση της τοποθεσίας τους, που δημοσιεύουν τα δεδομένα τους στο Διαδίκτυο
 - Ολόκληρα δίκτυα μπορούν να αναπαρασταθούν σαν απλοί διασυνδεδεμένοι κόμβοι που επικοινωνούν μέσω του Διαδικτύου και μπορούν να ελέγχονται μέσω απλών δικτυακών διεπαφών.
 - Εστιάζει στον διαμοιρασμό πληροφορίας ανάμεσα στους κόμβους και την συνεργασία τους προκειμένου να ανταποκριθούν στις αλλαγές στο περιβάλλον τους και να εξάγουν γνώση.



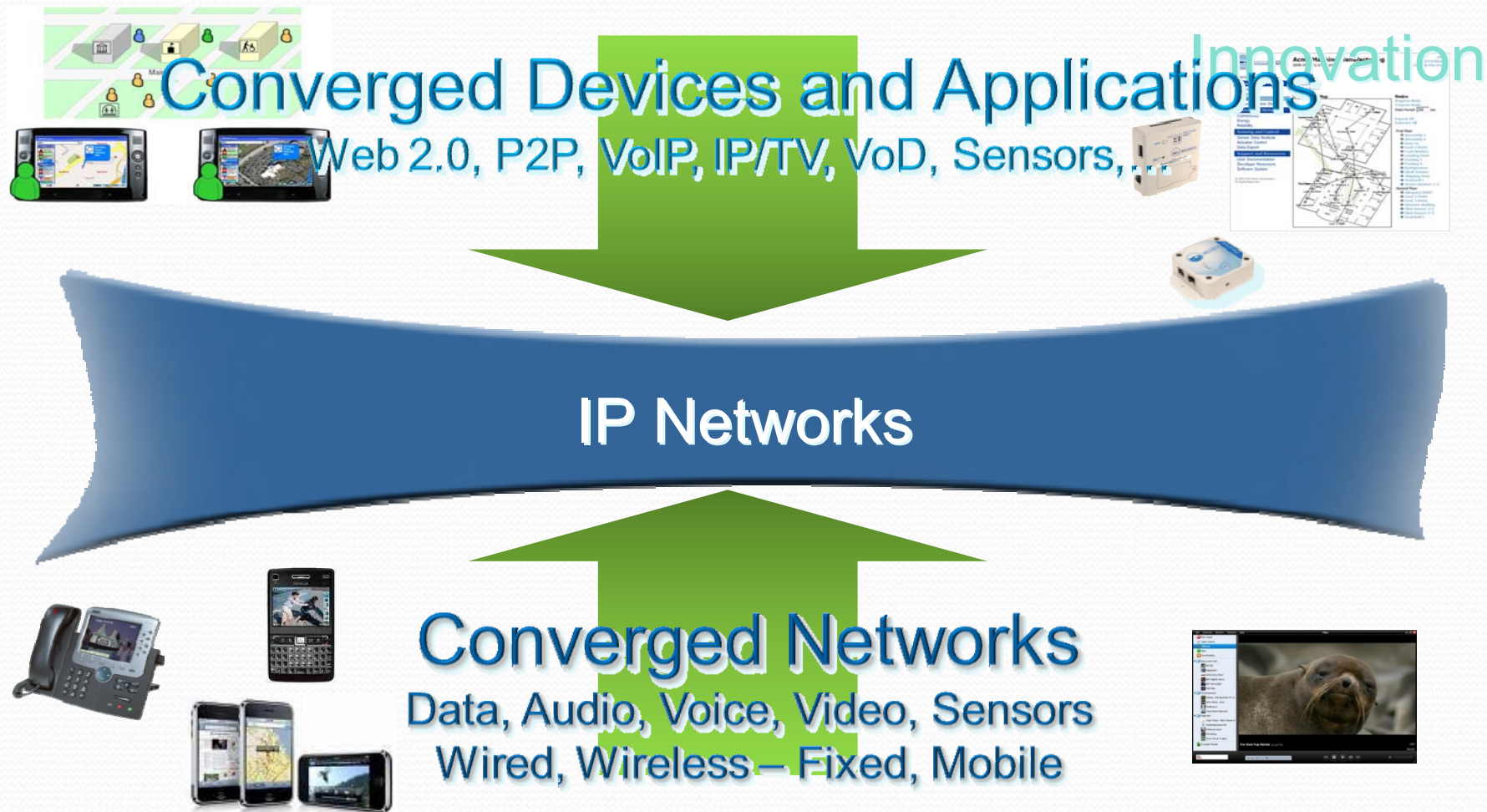
Διαδίκτυο Αισθητήρων - Sensor Web



28/09/2010



Σύγκλιση σε IP δίκτυα





Πλεονεκτήματα μετάβασης σε IP δίκτυα

- Μηχανισμοί που μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλα τα δίκτυα
 - Διαλειτουργικότητα με άλλα πιθανά IP δίκτυα
 - Δυνατότητες ονοματοδοσίας και δρομολόγησης προς οποιαδήποτε συσκευή
 - Αξιόπιστη λειτουργία
- Εκπλήρωση απαιτήσεων ασυρμάτων δικτύων
 - Υψηλή αξιοπιστία και διαθεσιμότητα
 - Δυνατότητα διαχείρισης πολλών συσκευών



Περιορισμοί Δικτύων Αισθητήρων

- Οι αισθητήρες είναι συχνά μικρές συσκευές, και εγκαθίστανται σε μεγάλα δίκτυα
 - Περιορισμοί σε υπολογιστική και αποθηκευτική ισχύ
 - Περιορισμοί ενέργειας (ασύρματη επικοινωνία)
- Η διαλειτουργικότητα με άλλα δίκτυα αισθητήρων και η διασύνδεσή τους με IP δίκτυα είναι δύσκολη
- Σήμερα, αρκετά από αυτά δεν υποστηρίζουν καν επικοινωνία μέσω IP
- Διάφορα πρωτόκολλα έχουν προταθεί για να βοηθήσουν την ενοποίηση αυτών των δικτύων



Πρότυπο IEEE 802.15.4

- Το IEEE 802.15.4-2006 είναι ένα πρότυπο που προδιαγράφει την επικοινωνία με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας σε ασύρματα δίκτυα προσωπικών επικοινωνιών (low-rate wireless personal area networks)
- Προσφέρει επικοινωνία
 - Χαμηλού κόστους,
 - Χαμηλών ταχυτήτων
 - Χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας
- Εφαρμόζεται σε δίκτυα μεγάλης κλίμακας
- Οι συσκευές υποστηρίζουν την δυνατότητα διαχείρισης της ισχύος τους ανάλογα με την ποιότητα επικοινωνίας με τους γείτονές τους.



Πρότυπο χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας

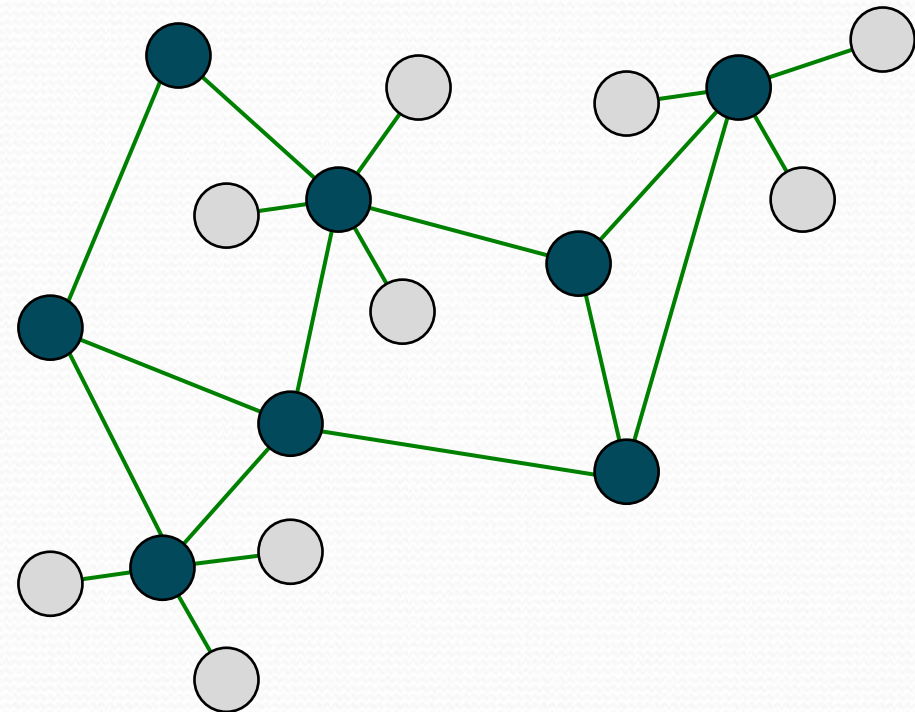


	802.15.4	802.15.1 (Bluetooth)	802.16 (WiMax)	802.11	802.3
Class	WPAN	WPAN	Metro Area	WLAN	LAN
Lifetime (days)	100-1000+	1-7	Powered	0.1-5	Powered
Net Size	65535	7	P2P, P-MP	30	1024
BW	20-250 Kb/s	720 Kb/s	75Mb/s	11(b)- 108(n)Mb/s	10Mb/s- 10Gb/s
Range (m)	1-100+	1-10+	50K	1-100+	185 (wired)
Goals	Low Power, Large Scale, Low Cost	Cable Replacement	Cable Replacement	Throughput	Throughput



Συσκευές IEEE 802.15.4

- Τοπολογίες Δικτύων
Αστέρα, Peer-to-Peer, meshed
- Συσκευές πλήρους λειτουργίας - Full function device (FFD)
Οποιαδήποτε τοπολογία
Κόμβοι συντονισμού
Επικοινωνία με όλες τις συσκευές
- Συσκευές μειωμένης λειτουργίας - Reduced function device (RFD)
Τοπολογίες αστέρα
- Κάθε PAN έχει μοναδικό κωδικό ταυτοποίησης



- Communications flow
- Full function device
- Reduced function device



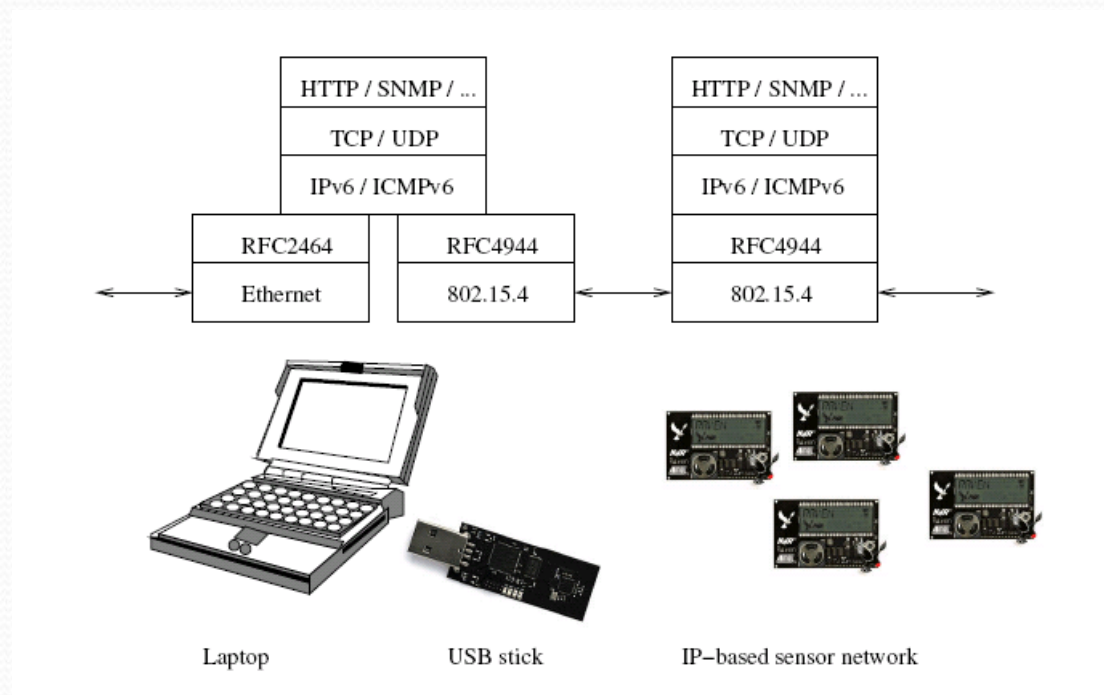
Μετάβαση στο πρωτόκολλο IPv6

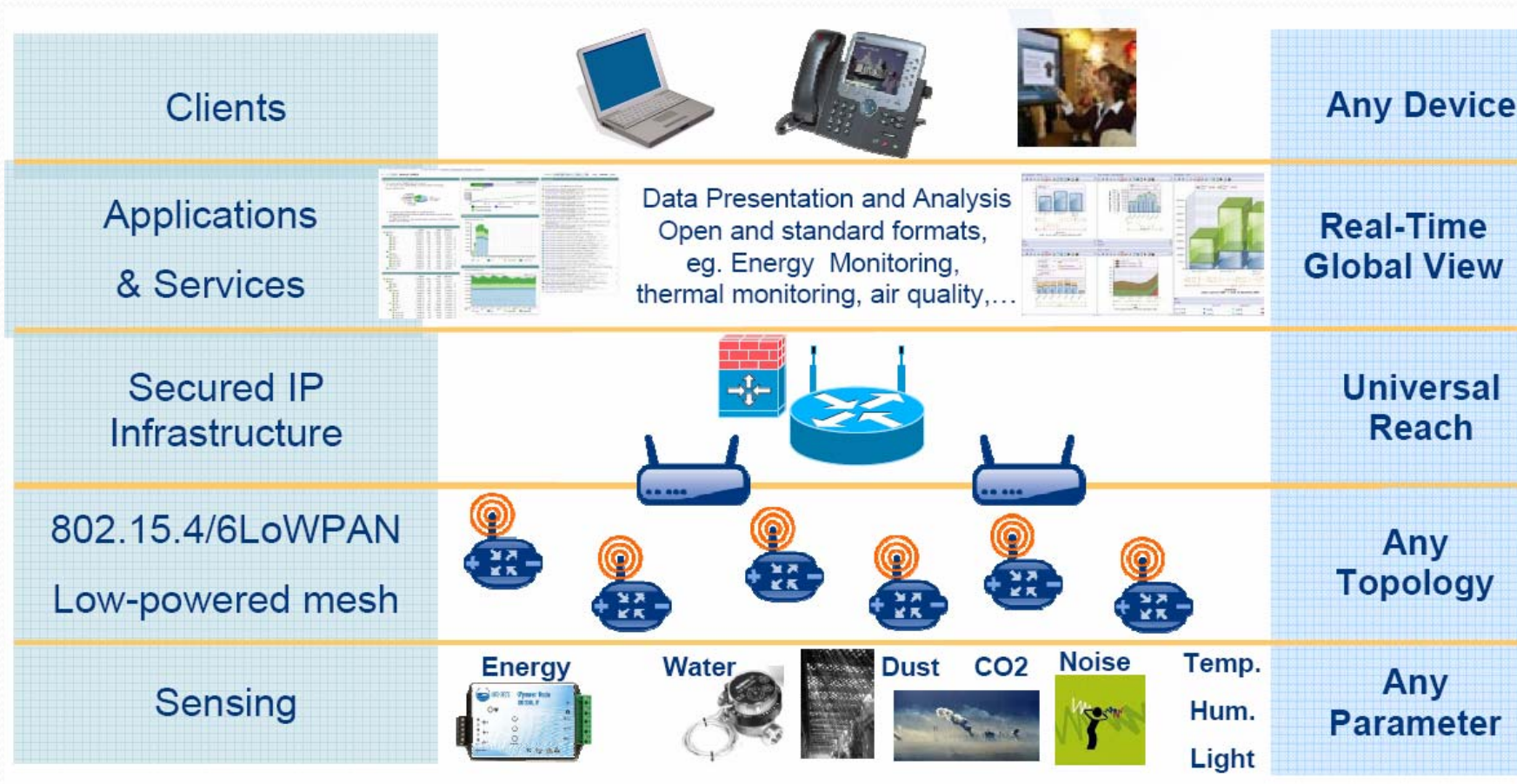
- Η αποδοχή του πρωτοκόλλου IP καθυστέρηση λόγω περιορισμών στους πόρους των δικτύων αισθητήρων
 - Τρέχουσες προσπάθειες γίνονται για την ενσωμάτωση του IEEE 802.15.4 πρωτοκόλλου με το internet protocol (IP).
 - Οι προσπάθειες αυτές οδηγούν στο Internet of Things το οποίο απαιτεί την πληθώρα των διευθύνσεων IPv6.
 - Δυνατότητα σχεδιασμού αυτόνομων χαρακτηριστικών
- 6lowpan - IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks.



IPv6 πάνω από IEEE 802.15.4

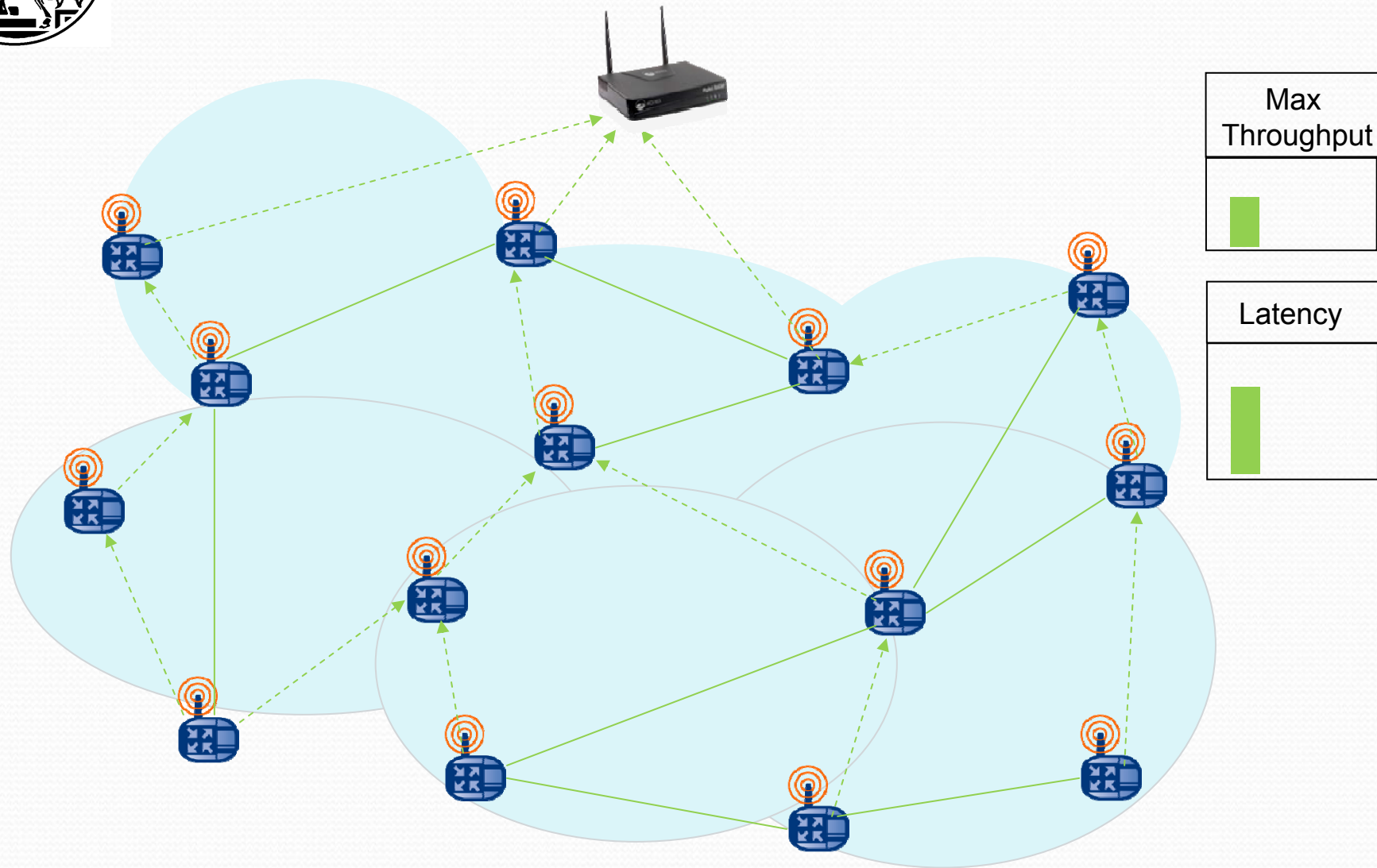
- Κάθε αισθητήρας
 - Χρησιμοποιεί IPv6 πάνω από IEEE 802.15.4
 - Έχει συνδεσιμότητα και είναι διαχειρίσιμος μέσω IP







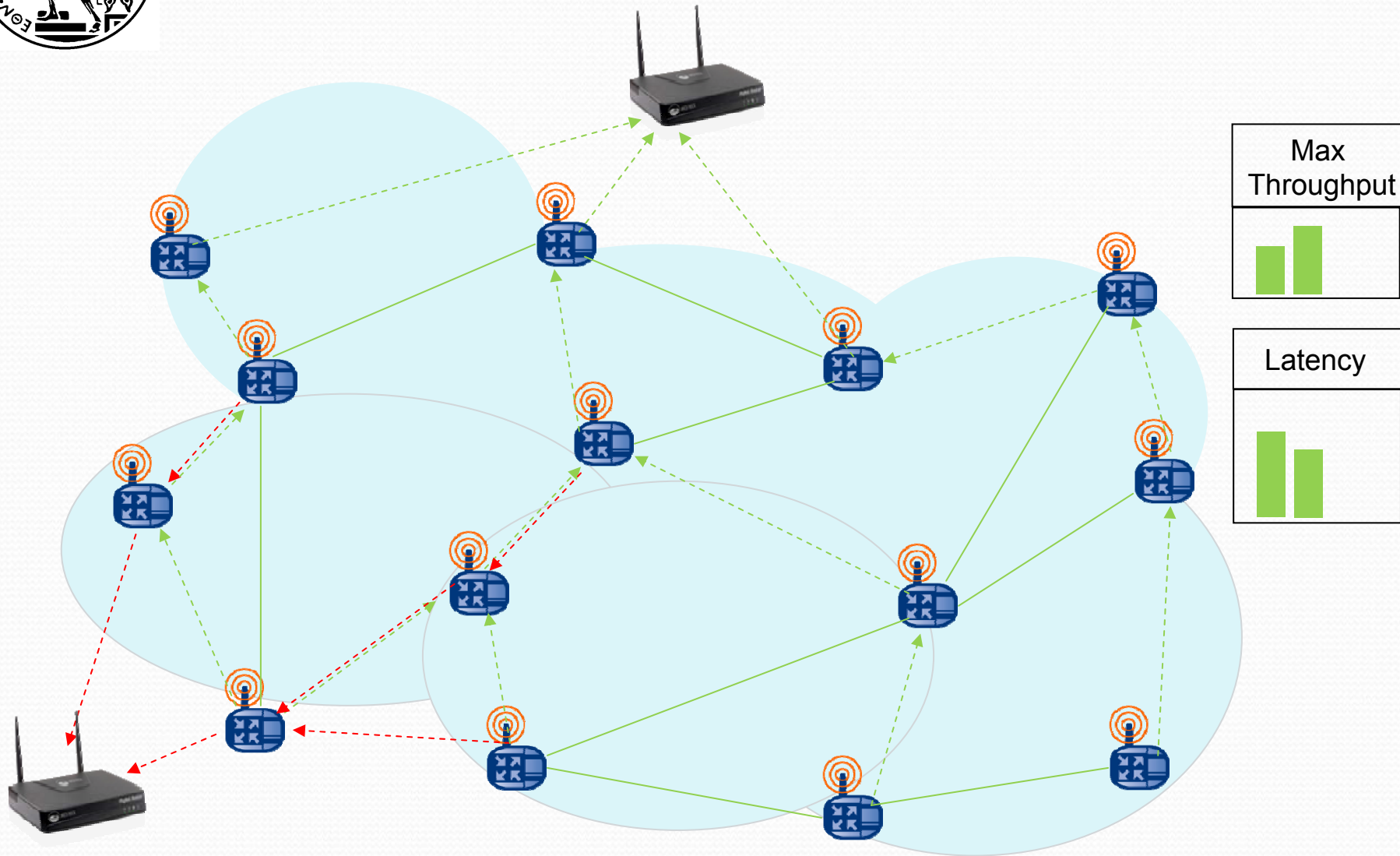
Αυτό-ρύθμιση δικτύων αισθητήρων



28/09/2010



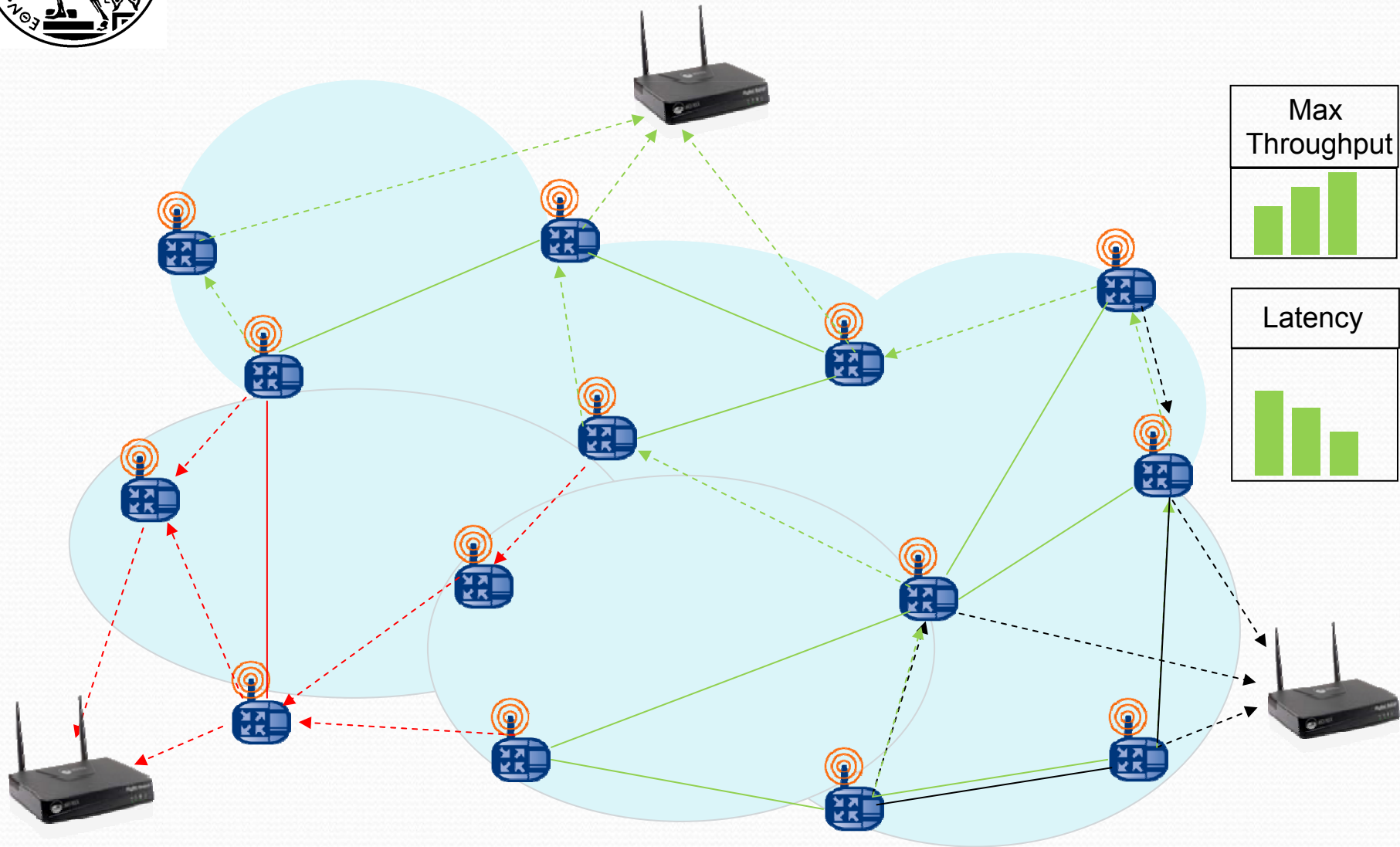
Κλιμακωσιμότητα δικτύων αισθητήρων



28/09/2010



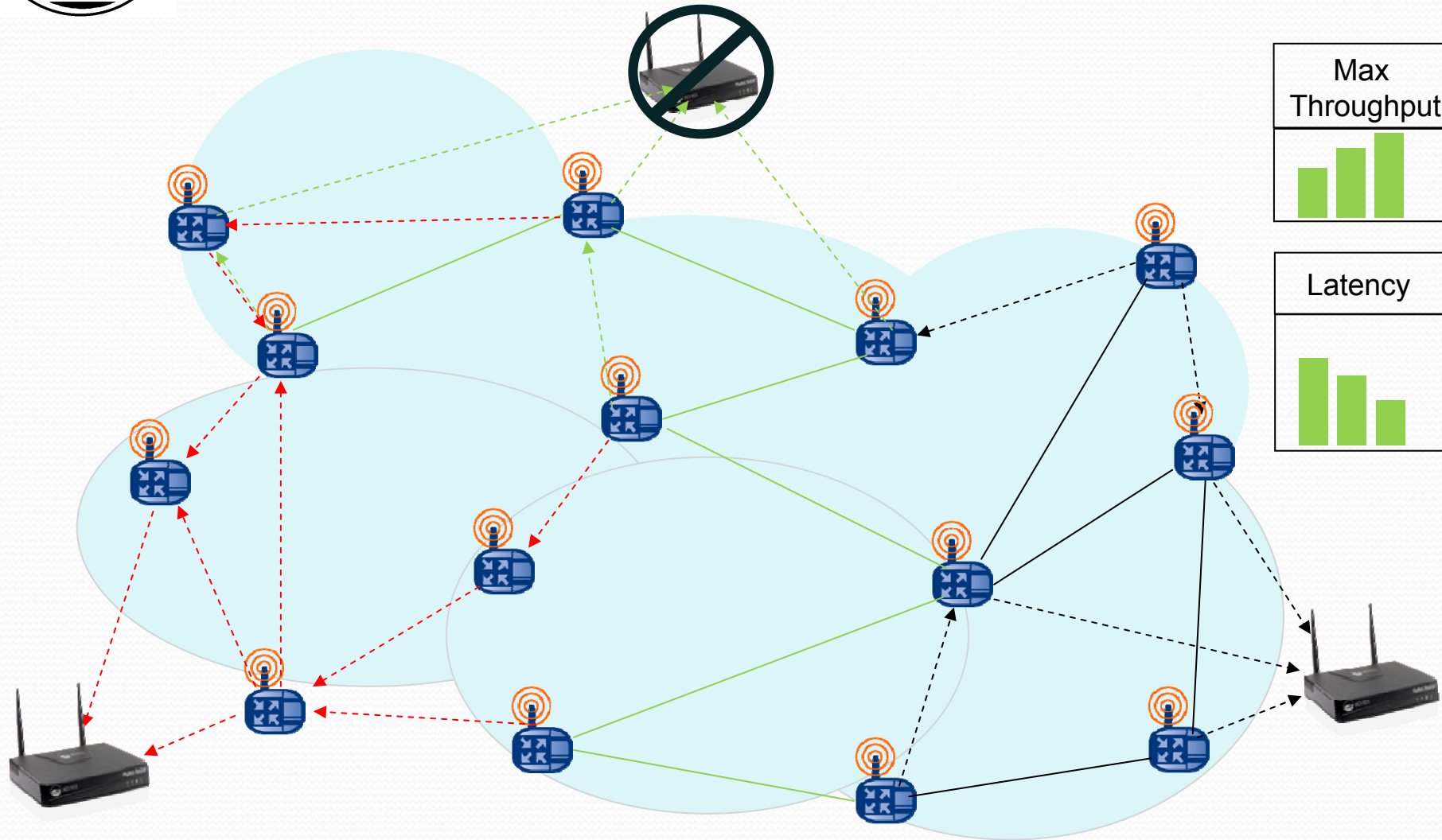
Κλιμακωσιμότητα δικτύων αισθητήρων



28/09/2010



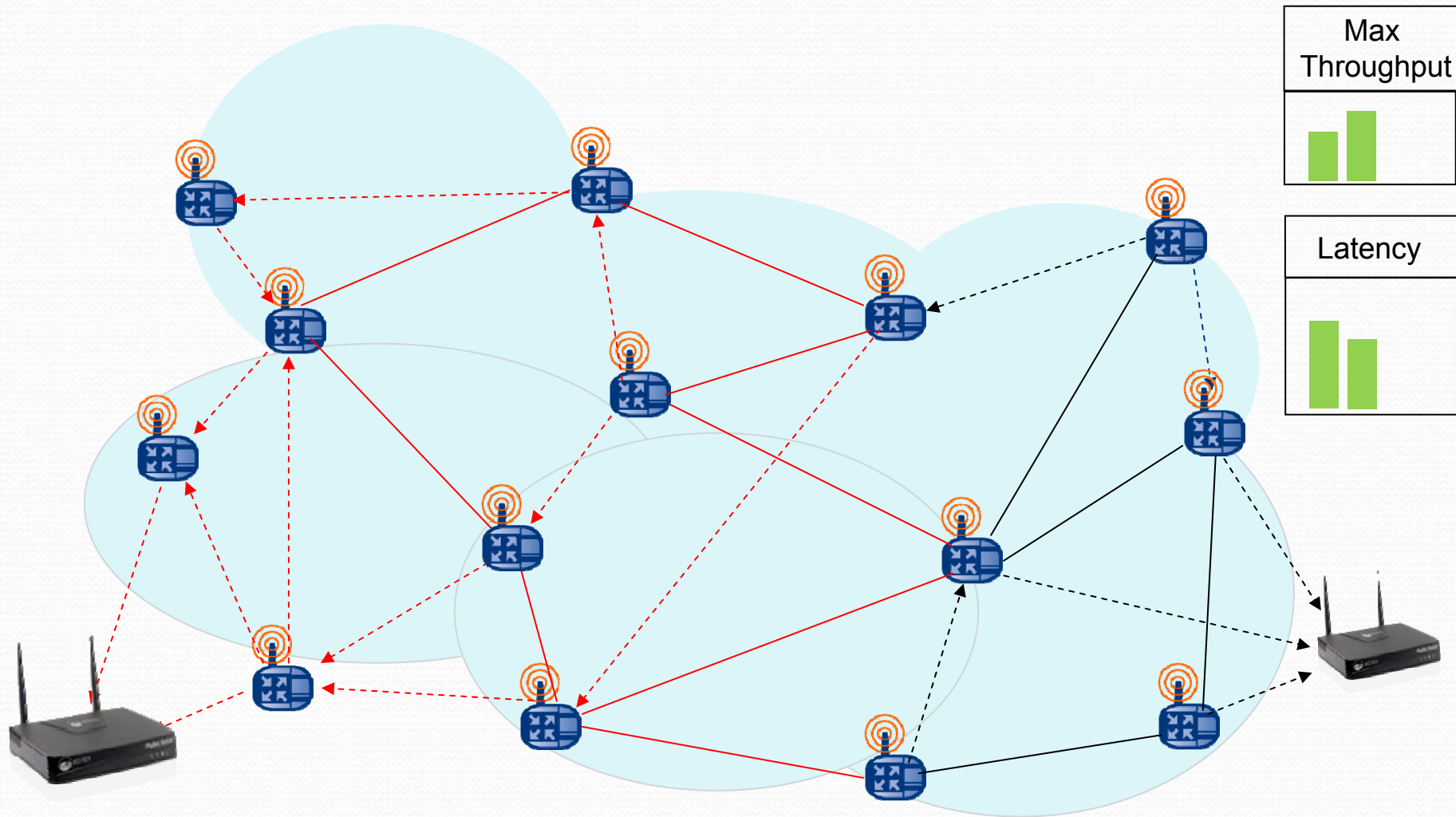
Ανθεκτικότητα Δικτύων Αισθητήρων



28/09/2010



Ανθεκτικότητα Δικτύων Αισθητήρων



28/09/2010



Επίγνωση Περιβάλλοντος σε Δίκτυα Αισθητήρων

- Τα συγκεντρωμένα δεδομένα ενός δικτύου αισθητήρων είναι απλά δεδομένα που δεν προσφέρουν καμία σημασιολογία.
- Είναι σημαντικό να τα ερμηνεύσουμε σύμφωνα με τις πληροφορίες που είναι χρήσιμες για την λειτουργία των υλοποιημένων εφαρμογών.
- Στόχοι
 - αύξηση δια-λειτουργικότητας μεταξύ των διαφόρων τύπων των αισθητήρων.
 - παροχή χρήσιμων πληροφοριών (contextual information) ώστε να υπάρχει επίγνωση της κατάστασης (situational knowledge) του δικτύου αισθητήρων κάθε χρονική στιγμή.

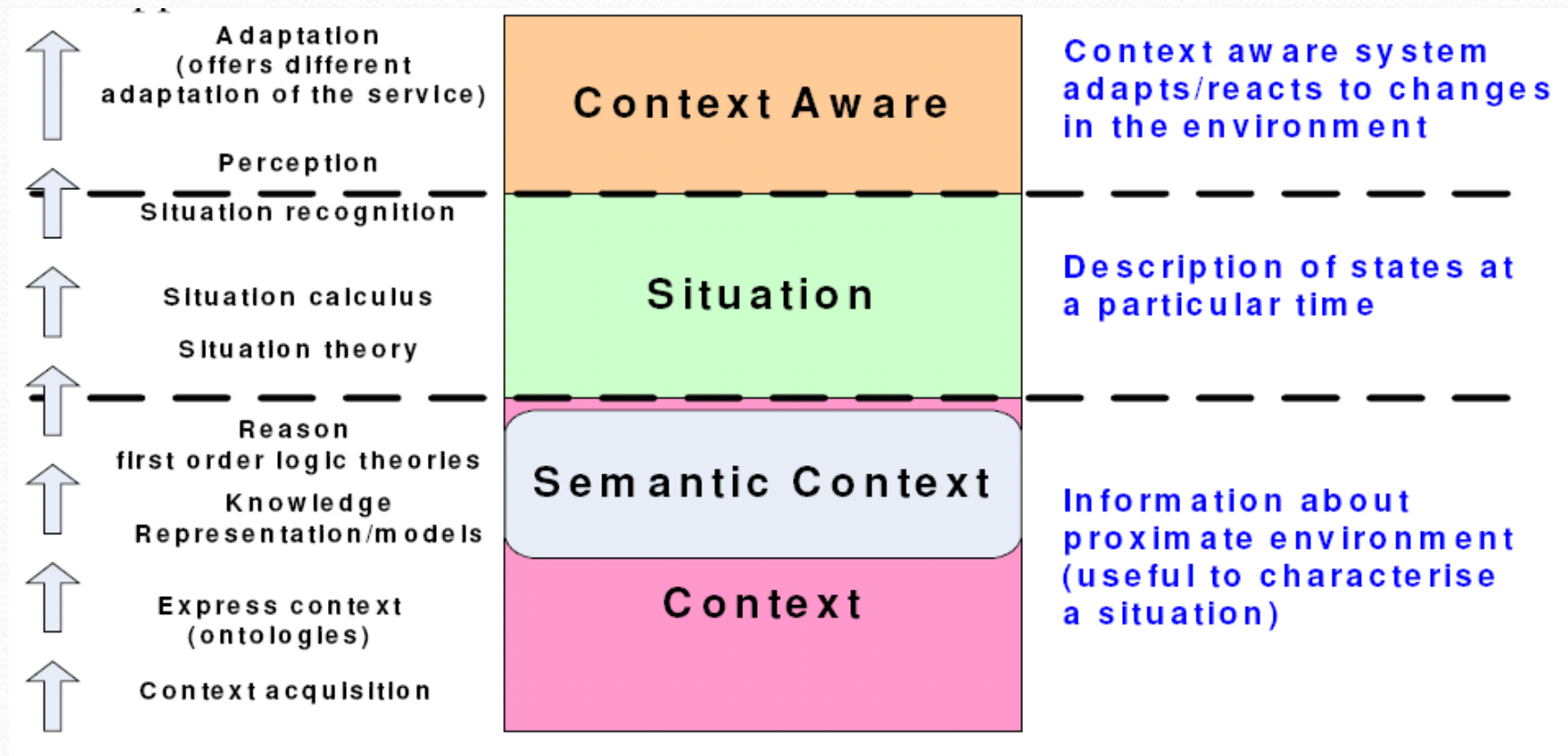


Επίγνωση Περιβάλλοντος σε Ετερογενή Δίκτυα

- Ανάπτυξη προηγμένων διαδραστικών υπηρεσιών που λαμβάνουν υπόψη τους πληροφορίες που παρέχεται από έξυπνες οντότητες του εκάστοτε συστήματος.
- Δυνατότητα αντίληψης των αλλαγών που συμβαίνουν στο περιβάλλον του χρήστη.
- Βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων παροχής υπηρεσιών με επίγνωση θέσης
 - μπορεί να υποστηριχθεί από όλους τους τύπους εφαρμογών και συστημάτων
 - επιτρέπει την μείωση της συνεχούς επέμβασης του τελικού χρήστη.



Επίγνωση Περιβάλλοντος



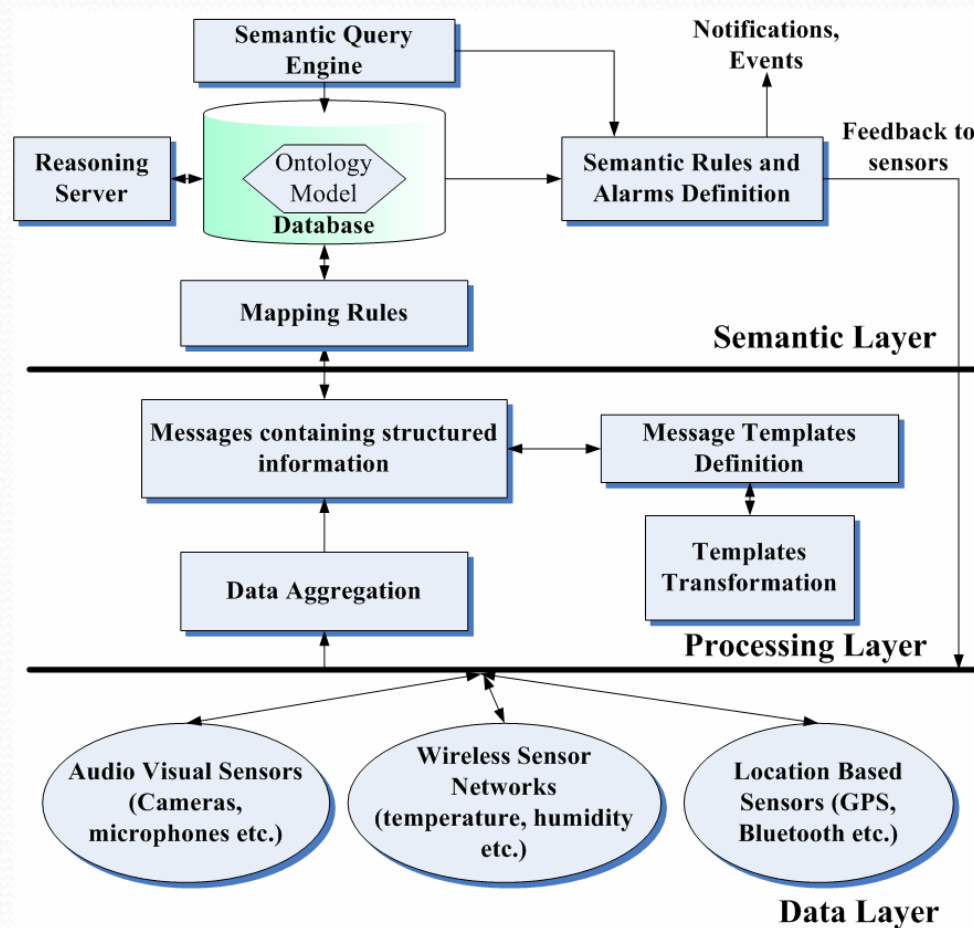


Επίγνωση Περιβάλλοντος σε Δίκτυα Αισθητήρων

- Sensor Web Enablement (SWE)
 - αναπτύσσεται ένα σύνολο προδιαγραφών για δίκτυα αισθητήρων, μοντέλα δεδομένων και υπηρεσίες Διαδικτύου, προκειμένου να επιτραπεί η πρόσβαση και ο έλεγχος των εν λόγω δεδομένων και υπηρεσιών.
 - συλλογή, μοντελοποίηση, αποθήκευση, ανάκληση, διανομή, χειρισμός, ανάλυση, καθώς και απεικόνιση πληροφοριών δικτύων αισθητήρων.
- SensorML
 - παρέχει XML μοντέλα αναπαράστασης δεδομένων δικτύων αισθητήρων
- Semantic Sensor Web
 - επέκταση του Sensor Web, όπου οι αισθητήρες έχουν δυνατότητες αυτόματης επεξεργασίας και ανταλλαγής δεδομένων.
 - Χρήση οντολογιών, σημασιολογικής επισημείωσης, κανόνων.



Προτεινόμενη Αρχιτεκτονική για Δίκτυα Αισθητήρων





Εξοικονόμηση Ενέργειας σε “Εξυπνα” Κτίρια

- Ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το 1/3 περίπου των συνολικών ενεργειακών πόρων στη χώρα, συμβάλλοντας κατά 40% στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Σύμφωνα με σχετική μελέτη του ΚΑΠΕ, εκτιμάται ότι, οι ετήσιες ενεργειακές δαπάνες των δημόσιων κτιρίων ξεπερνούν τα 450 εκατ.€.
- Η μέση ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας η οποία μπορεί να επιτευχθεί με οικονομικά αποδοτικό κόστος, είναι της τάξης του 22% της προβλεπόμενης συμβατικής κατανάλωσης στα νέα ή ανακατασκευαζόμενα δημόσια κτίρια
- Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης στα κτίρια αυτά, θα μειώσει τις μέσες ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 425.000 χιλιάδες τόνους CO₂/έτος, ενώ θα επιφέρει οικονομικά οφέλη της τάξης των 110 εκατ. €/έτος.



Εξοικονόμηση Ενέργειας σε “Εξυπνα” Κτίρια

- Μέχρι σήμερα έχει προταθεί ένας σημαντικός αριθμός προσεγγίσεων οι οποίες υπόσχονται την αυξήσουν της ενεργειακής αποδοτικότητας των σύγχρονων κτηρίων.
- Λύσεις όπως η χρήση υλικών υψηλής τεχνολογίας (πχ μόνωσης, υαλοπινάκων, κτλ), η ορθότερη τοποθέτηση των οικοδομημάτων στον χώρο, ή ακόμα και η αξιοποίηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας προτείνονται και σε κάποιο βαθμό εφαρμόζονται κατά κόρων σήμερα.
- Το σημαντικότερο πρόβλημα, όμως, που τις χαρακτηρίζει είναι ότι είναι εφαρμόσιμες μόνο σε νεόδμητα κτίρια στα οποία έχει ληφθεί μέριμνα από την φάση του σχεδιασμού τους κιόλας η ενσωμάτωση των ειδικών αυτών τεχνολογικών πλεονεκτημάτων.
- Η εφαρμογή τους στα ήδη υπάρχοντα κτίρια είναι πολλές φορές είτε αδύνατη είτε απαγορευτικού προϋπολογισμού.
- Έξυπνη διαχείριση της ενέργειας την οποία αυτά καταναλώνουν για θέρμανση/κλιματισμό και φωτισμό

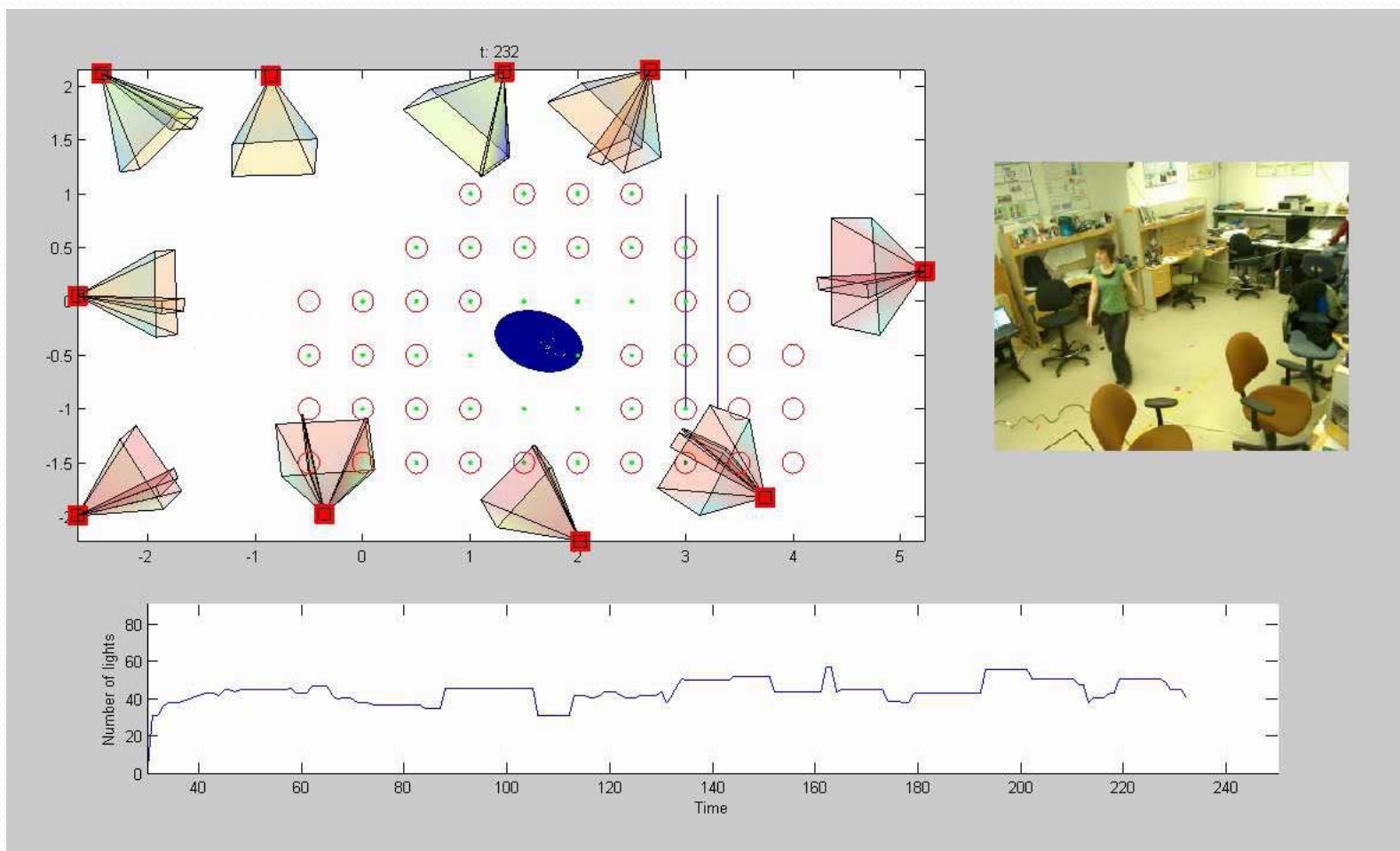


Εξοικονόμηση Ενέργειας σε “Εξυπνα” Κτίρια

- Ανάλογα με την συνδυασμένη είσοδο των τιμών φως/υγρασία/θερμοκρασία θα εξάγονται και τα κατάλληλα συμπεράσματα σχετικά με την θέρμανση/κλιματισμό και φωτισμό του συγκροτήματος.
- Κατανάλωση ενέργειας μόνο όταν απαιτείται
- Οι κάμερες μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την παρουσία ή απουσία ατόμων σε ένα χώρο και να ρυθμίσει πχ τον φωτισμό ανάλογα



Εξοικονόμηση Ενέργειας σε “Εξυπνα” Κτίρια



28/09/2010



Συστήματα Τηλεμέτρησης - Τηλεδιαχείρισης

- Το έξυπνο δίκτυο αποτελείται από ένα σύνολο δικτύων που καθιστά δυνατή σε πραγματικό χρόνο την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των φορέων παροχής ενέργειας και των χρηστών, με αισθητήρες ελέγχου και αυτοματισμού να διανέμονται σε όλο το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η βασική διαφορά μεταξύ των τωρινών και των μελλοντικών δικτύων είναι η αποκεντρωμένη διαχείριση του ηλεκτρικού ρεύματος.
- Αυτό είναι απαραίτητο όταν η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται, ως αποτέλεσμα της αυξημένης κατανάλωσης.



Συστήματα Τηλεμέτρησης - Τηλεδιαχείρισης

- Άμεση πληροφόρηση με στοιχεία κατανάλωσής
- Έλεγχος της ποιότητας της παρεχόμενης ενέργειας
- Ακριβής τιμολόγηση
- Διαχείριση οικιακών συσκευών (συστήματα ασφαλείας, πυροπροστασίας, φωτισμού, θέρμανσης)
- Αυτο-οργανούμενες συσκευές
- Διαχειριστικές Διεπαφές (Web Interface)



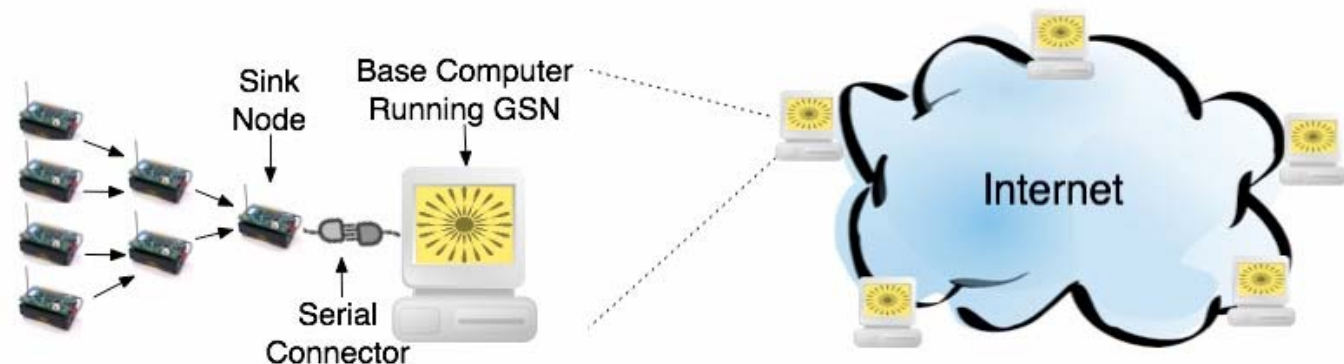
Συστήματα Τηλεμέτρησης - Τηλεδιαχείρισης





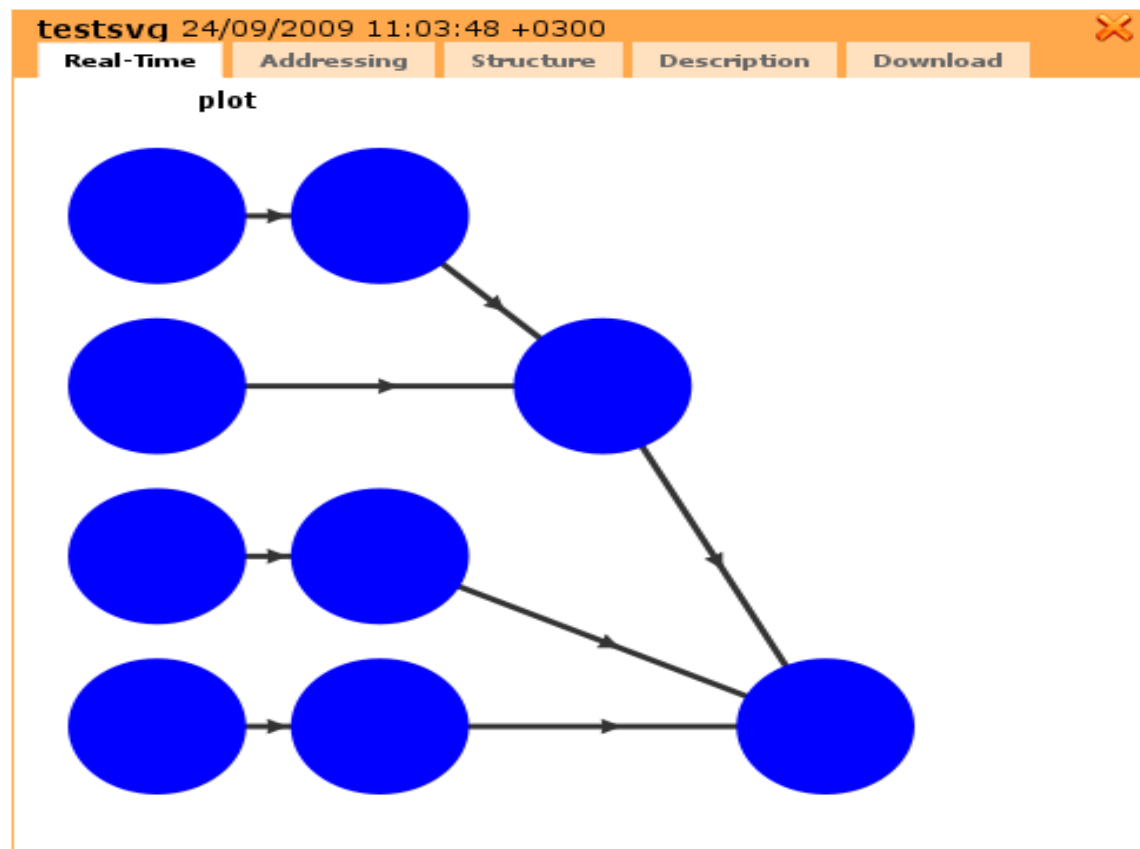
Global Sensor Network

- Το GSN είναι ένα middleware-μεσισμικό που έχει στόχο να διευκολύνει την εγκατάσταση και τον προγραμματισμό των δικτύων αισθητήρων
- Ένα σύνολο από αισθητήρες τροφοδοτούν με δεδομένα σε πραγματικό χρόνο το σύστημα
- Τα δεδομένα διαμορφώνονται σύμφωνα με συγκεκριμένα XML πρότυπα





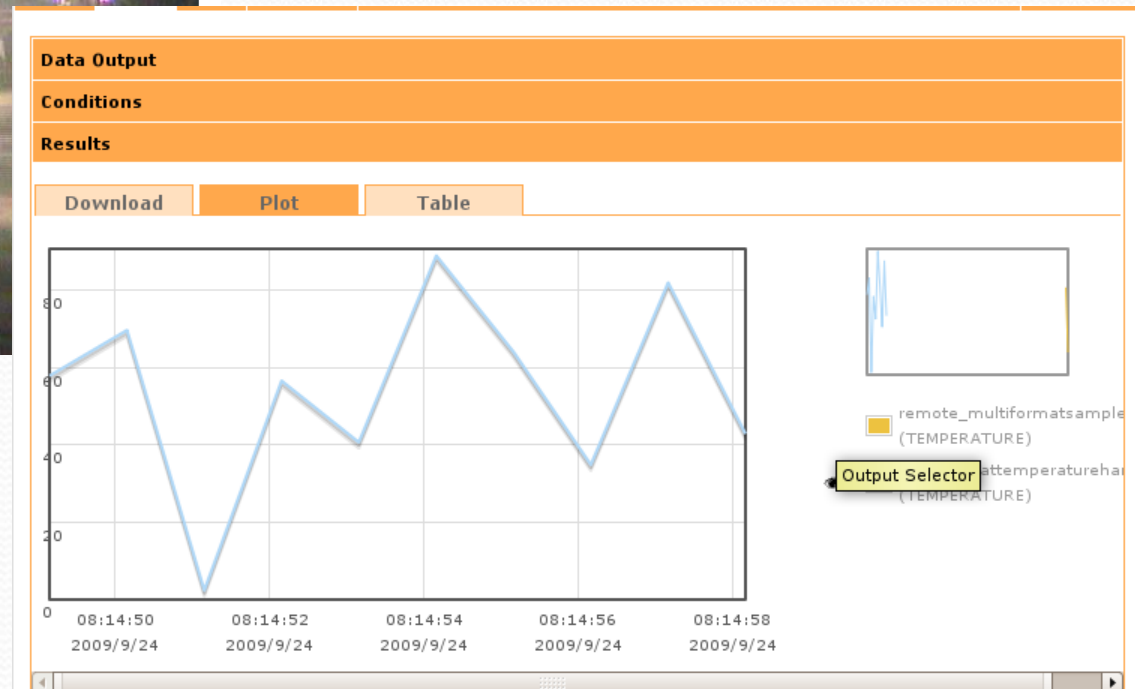
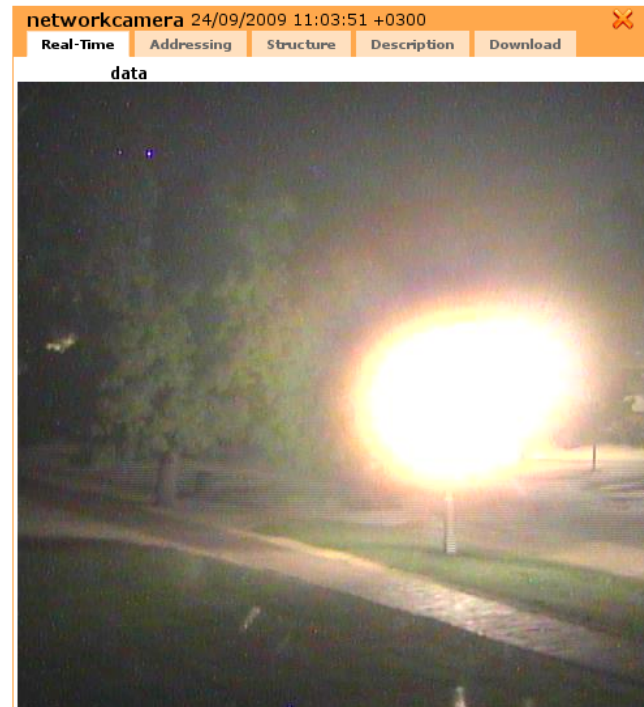
Global Sensor Network



28/09/2010



Global Sensor Network



28/09/2010



Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας!

Ερωτήσεις, Σχόλια?

tzafeir@cn.ntua.gr