

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

Επικ. Καθ. Αθανάσιος Παπαδημητρίου,

Εισαγωγή

- **Διδασκαλία**
 - ▣ 5 διαλέξεις/εργαστήρια (ίσως κάποια έξτρα εργαστήρια)
- **Βαθμολογία:**
 - ▣ Μέσω εργασιών, όχι γραπτή εξέταση
- **Στοιχεία επικοινωνίας διδάσκοντα**
 - ▣ e-mail: thanospap@unipi.gr
 - ▣ Teams
 - ▣ Ιστοσελίδα μαθήματος: gunet

Στόχοι του μαθήματος

- Βασικές αρχές συστημάτων Διαδικτύου των Παραγμάτων (ΔΤΠ)
- Να κατανοήσετε την δομή και τα βασικά συστατικά στοιχεία ενός ενσωματωμένου συστήματος
- Να κατανοήσετε τις απαιτήσεις σχεδίασης των ενσωματωμένων IoT συστημάτων
 - Λειτουργία πραγματικού χρόνου, περιορισμένη μνήμη, χαμηλή κατανάλωση ισχύος, αξιοπιστία
- Να κατανοήσετε σε τι διαφοροποιείται η ανάπτυξη ενσωματωμένου λογισμικού για IoT εφαρμογές από την ανάπτυξη κώδικα για εφαρμογές σε desktops
- Να έρθετε σε επαφή με μια αναπτυξιακή ενσωματωμένη πλατφόρμα IoT

Προαπαιτούμενες γνώσεις

- Βασικές γνώσεις αρχιτεκτονικής υπολογιστών
- Βασικές γνώσεις προγραμματισμού
 - ▣ Γλώσσα C

Εξέταση του μαθήματος

1. Καθοδηγούμενα εργαστήρια με παράδοση αναφοράς (30%)
2. Εργασία υλοποίησης συστήματος ΔτΠ (70%)
 - Εξέταση της εργασίας σε 4 στάδια:
 1. Συγγραφή προδιαγραφών και λειτουργικότητας και Gantt Chart
 2. Υλοποίηση (IoT κόμβου και IoT hub)
 3. Ενσωμάτωση κρυπτογραφικού αλγορίθμου
 4. Live demo και παρουσίαση

Εργασία ΔΤΠ

Διαθέσιμο hardware

- Μικροελεγκτές STM32 – IoT Node
 - ▣ **B-L475E-IOT01A1**
 - ▣ **STM32 –CUBE-IDE-v1.4.0**
- Αισθητήρες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας
- Αισθητήρες επιτάχυνσης
- ...

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ

Επικ. Καθ. Αθανάσιος Παπαδημητρίου,

IoT Introduction

- Το ΔτΠ έχει τις ρίζες του στους ακόλουθους τομείς:
 - ▣ Διάχυτα συστήματα πληροφοριών
 - ▣ Δίκτυα αισθητήρων
 - ▣ Ενσωματωμένα συστήματα
 - Ανεξάρτητες συσκευές
 - Συζευγμένα δίκτυα (π.χ. οχήματα)
- Συστήματα ΔτΠ = Συστήματα συγκεκριμένου σκοπού για μια ή συνολο εφαρμογών

IoT Definition

- Πιθανοί ορισμοί του ΔτΠ:
 - ▣ Συσκευές με δυνατότες διασύνδεσης στο internet
 - ▣ Δίκτυα αισθητήρων πραγματικού χρόνου
 - ▣ Δυναμικά και εξελισσόμενα δίκτυα ενσωματωμένων συστημάτων
- Ποιός ορισμός σας φαίνεται πιο σωστός?

IoT Systems

- Χαρακτηριστικά συστημάτων ΔΤΠ:
 - ▣ Σύνολο από συσκευές με δυνατότητες σύνδεσης στο internet
 - ▣ Καλύπτουν μία ή και παραπάνω εφαρμογές
 - ▣ Το σύστημα ΔΤΠ λαμβάνει υπόψιν του δυναμικά χαρακτηριστικά φυσικών συστημάτων

IoT Systems

- Ένα σύστημα ΔΤΠ αποτελείται από:
 - Αισθητήρες (κυρίως)
 - Ενεργοποιητές (Actuators)
- Μίκρο-ηλεκτρομηχανικοί αισθητήρες
- Παραδείγματα αισθητήρων
 - Επιταχυνσιόμετρα
 - Γυροσκόπια
 - Χημικοί αισθητήρες
 - ...

IoT Systems

Παράγοντες που οδηγούν στην ανάπτυξη του ΔΤΠ:

- Αισθητήρες χαμηλού κόστους και χαμηλής κατανάλωσης
- Χαμηλό κόστος αναλογικών και ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
 - ▣ Χρήση παλαιότερων και φθηνότερων τεχνολογιών υλοποίησης

Συστήματα IoT

Βασικά χαρακτηριστικά του ΔτΠ:

- Χαμηλή κατανάλωση ισχύος
- Χαμηλό κόστος υλικού
- Ασφάλεια και αξιοπιστία

Πιθανές IoT εφαρμογές

- Παρακολούθηση βιομηχανικών συστημάτων
 - ▣ Βιομηχανικές διεργασίες
 - ▣ Ποιότητα προϊόντος
 - ▣ Κατάσταση εξοπλισμού
 - ▣ Πρόβλεψη αποτυχίας
- Έξυπνα κτήρια
 - ▣ Έυρεση τοποθεσίας
 - ▣ Κατάσταση του κτηρίου
 - ▣ Μείωση αξίας λειτουργικών εξόδων

Πιθανές IoT εφαρμογές

- Έξυπνες πόλεις
 - ▣ Παρακολούθηση πεζών
 - ▣ ...

- Οχήματα
 - ▣ Κατάσταση οχήματος
 - ▣ Βελτιωμένη δυναμική
 - ▣ Μείωση κατανάλωσης
 - ▣ Χαμηλές εκπομπές CO₂

Πιθανές IoT εφαρμογές

- Ιατρικά συστήματα
 - ▣ Συστήματα ιατρικής παρακολούθησης που βρίσκονται
 - Στην οικεία του ασθενούς
 - Σε ασθενοφόρα
 - Σε ιατρεία
 - Σε νοσοκομεία

Παραδείγματα

- Δίκτυο αισθητήρων
- Σύστημα ειδοποίησης
- Συστήματα που αντιδρούν (trigger actuators)
- Συστήματα ελέγχου (control algorithms)

IoT Αρχιτεκτονικές

- Ιδιότητα κλειδί του IoT: Μη-περιοδική δειγματοληψία ή λειτουργία οδηγούμενη από γεγονότα (*Event driven or aperiodic sampling*)
 - ▣ Παραδοσιακές εφαρμογές υποθέτουν περιοδική δειγματοληψία
 - ▣ Τέτοιου είδους πρακτικές οδηγούν σε μεγάλες καταναλώσεις ενέργειας και εύρους ζώνης
 - ▣ Δεν είναι όλες οι εφαρμογές συμβατές με μη-περιοδικά δεδομένα
- Περιορισμοί στην κατανάλωση ενέργειας και στο εύρος ζώνης ενθαρρύνουν κατανεμημένους υπολογισμούς
- Αναγνώριση ενδιαφερόντων γεγονότων με χρήση υπολογισμών στον κόμβο οδηγούν στην εξοικονόμηση ενέργειας και εύρους ζώνης
- Cloud computing (centralized servers) και fog computing (servers closer to the edge) μπορούν να πραγματοποιήσουν αναγκαίους πιο σύνθετους υπολογισμούς

Ασύρματα Δίκτυα

- Τα ασύρματα δίκτυα είναι ένα βασικό τμήμα του IoT
 - ▣ Διευκολύνουν την εγκατάσταση και λειτουργία
- Οι ασύρματες επικοινωνίες μπορεί να είναι καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας

Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα

- Ουσιαστική απαίτηση για όλα τα υπολογιστικά συστήματα και επομένως και του IoT
- Πολλές φορές τα IoT συστήματα μπορεί να είναι λιγότερο ασφαλή από τυπικά συστήματα Windows/Linux
 - ▣ Μη επαρκείς ιδιότητες ασφάλειας υλικού
 - ▣ Κακοσχεδιασμένο λογισμικό
 - ▣ Κοινά passwords και συνηθισμένα κρυπτογραφικά κλειδιά
 - ▣ Σφάλματα στην σχεδίαση της ασφάλειας του συστήματος

Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα

- Μη ασφαλείς IoT κόμβοι μπορούν να καταστήσουν ευάλωτο ένα ολόκληρο IoT σύστημα
- Η μεγάλη διάρκεια ζωής των IoT κόμβων τους καθιστούν περισσότερο ευάλωτους ως προς την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα
- Μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε προβλήματα και σε άλλα συστήματα

Συστήματα που βασίζονται σε γεγονότα

- Η έννοια του γεγονότος είναι θεμελιώδης για τα συστήματα IoT
- Τα συστήματα που βασίζονται σε γεγονότα είναι μια σημαντική τεχνική για το IoT

Αρχιτεκτονικές Συστημάτων IoT

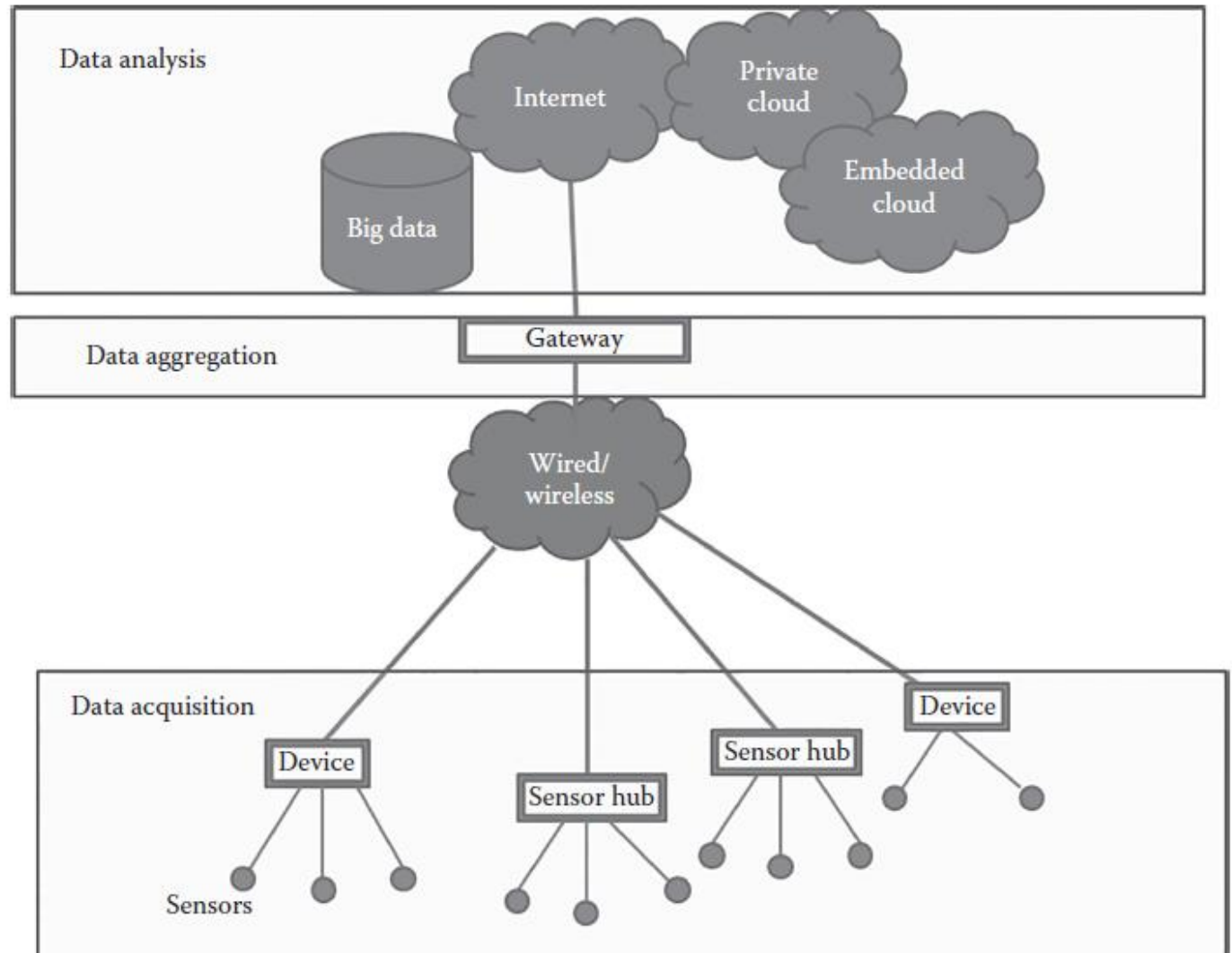
- *Περιβάλλον (environment)*: το φυσικό σύστημα με το οποίο αλληλεπιδρά το IoT σύστημα
- Οι IoT κόμβοι (nodes) σχηματίζουν τα φύλλα του δέντρου του δικτύου
 - ▣ Οι κόμβοι περιλαμβάνουν αισθητήρες, ενεργοποιητές και μνήμη
 - ▣ Κάθε κόμβος διαθέτει μια διεπαφή δικτύου (με ή χωρίς πρωτόκολλο Internet)
- Τα Hubs προσφέρουν την συνδεσιμότητα πρώτου επιπέδου ανάμεσα στους κόμβους και το υπόλοιπο σύστημα του δικτύου

Αρχιτεκτονικές Συστημάτων IoT

- *Υπολογιστές Fog πραγματοποιούν λειτουργίες σε τοπικούς κόμβους και hubs*
 - ▣ Μείωση καθυστέρησης
 - ▣ Χαμηλότερη υπολογιστική ισχύς από τους επεξεργαστές cloud
- Διακομιστές στο cloud παρέχουν υπολογιστικές υπηρεσίες στο IoT σύστημα
 - ▣ Μεσολαβούν ανάμεσα στους κόμβους και τους χρήστες

Πρωτόκολλα IoT

- Zigbee
- Bluetooth Low Energy
- LoRa
- ...



□ Ref. [1]

IoT devices

Απαιτήσεις:

- Εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση
- Ολοκλήρωση επεξεργαστών, μνήμης, χώρου αποθήκευσης και αισθητήρων
- Χαμηλό κόστος αγοράς
 - ▣ Τιμή αγοράς
 - ▣ Κόστος εγκατάστασης

Κόστος ιδιοκτησίας

- Μετρική: κόστος λείτουργίας
- IoT device cost components:
 - Αισθητήρες και ενεργοποιητές
 - Υπολογισμός
 - Δικτύωση
 - Παροχή ενέργειας

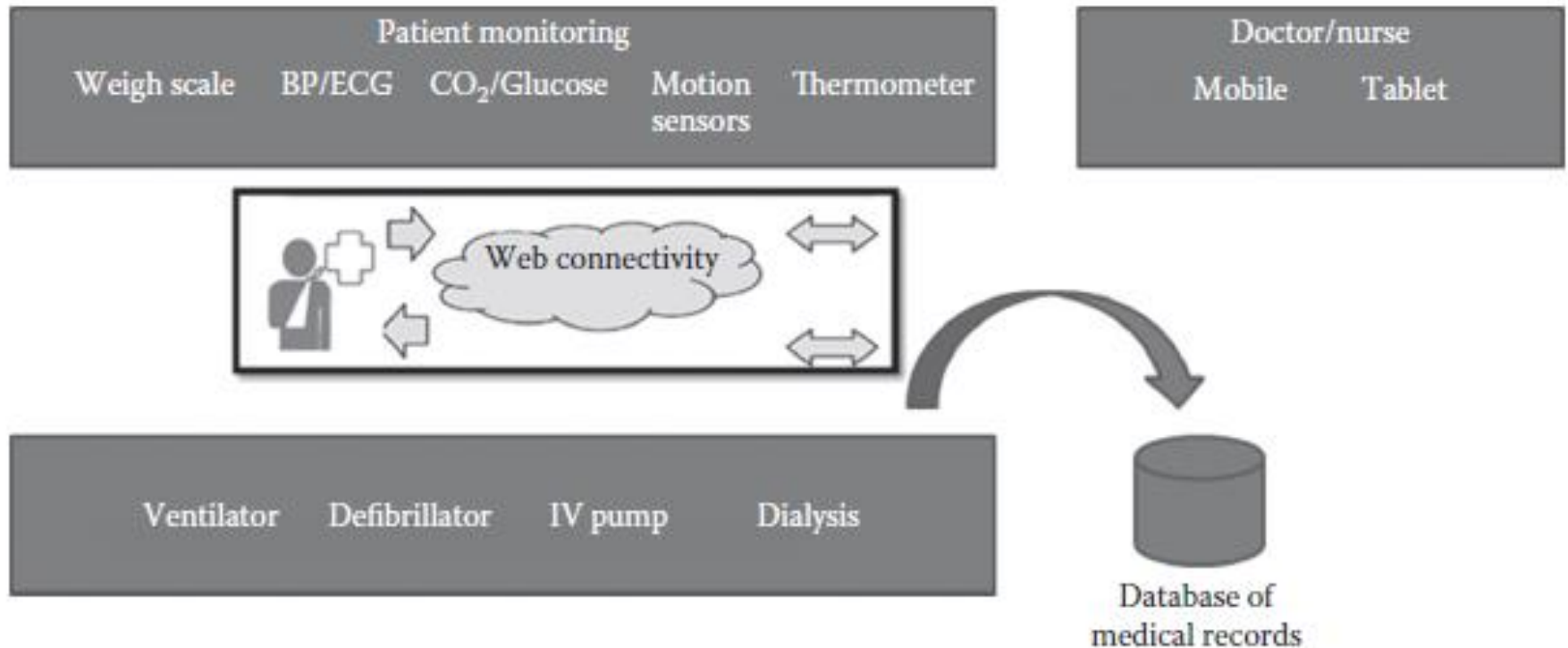
Κόστος ιδιοκτησίας

- Εγκατάσταση και συντήρηση μπορούν να έχουν πολύ μεγαλύτερο κόστος από το κόστος της αγοράς
- Ασύρματες συσκευές ελαττώνουν το κόστος εγκατάστασης
- Παραγωγή ενέργειας

Cost per transistor

- Established technology nodes offer cost effective manufacturing
- Below 28nm nodes the cost per transistor barely decreases

Medical IoT systems



□ Ref. [1]

Medical IoT systems

Devices			
Vital sign monitors	Activity monitors	Safety monitors	Medication monitors
<ul style="list-style-type: none">• Weight measuring device• Blood pressure measuring device• ECG• Blood glucose measuring device• Heart rates measuring devices• Pulse oximeters	<ul style="list-style-type: none">• Walking time measuring device• Step counting device• Speed measuring device• Calorie spent measuring device• Time spent in rest or sleep measuring device	<ul style="list-style-type: none">• Fall detection device• Personal safety and tracking devices	<ul style="list-style-type: none">• Medication adherence systems• Smart pill dispenser

Sensors for Medical IoT

- Weight sensors
- Activity monitors
- Heart rate and pressure monitors
- Connected treadmill

Possible Healthcare applications

- Education and awareness
- Remote data collection
- Remote monitoring
- Communication and training for health care workers
- Disease and epidemic outbreak tracking
- Diagnostics and treatment support
- Virtual consultation (telemedicine)
 - Virtual medical care and consultation
 - Medicine delivery
 - Therapeutic procedures

Enabling Technologies

- *Smart sensors*
- *Low power consumption/power conservation using energy harvesting devices/technologies*
- *Integrated precision analog devices*
- ADCs and low-power op-amps
- *Low-power wireless networking technology options*
- Gateways to transfer data to hubs (fog/cloud)
- Graphical user interfaces (GUI) enabling ease of use

Challenges

- *Data privacy*
- *Need for medical expertise*
- *Rapid evolution of applications*
- *Scale, data volume, and performance of data*
- *Data integration*
- *Managing diversity and interoperability of devices*

References

1. Raj, Pethuru, and Anupama C. Raman. *The Internet of things: Enabling technologies, platforms, and use cases*. Auerbach Publications, 2017.
2. Serpanos, Dimitrios, and Marilyn Wolf. *Internet-of-things (IoT) systems: architectures, algorithms, methodologies*. Springer, 2017.