



ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Laboratory @ Dept. Digital Systems, University of Piraeus

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συναντά την ΤΝ: Τεχνολογίες, Εφαρμογές και Τάσεις

Κων/νος Κώτης, PhD

Επιστημονικός Συνεργάτης/Μεταδιδάκτορας
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Παν. Πειραιά

Προϊστάμενος Τμήματος Πληροφορικής
Περιφερειακή Ενότητα Σάμου, Περιφέρεια Β. Αιγαίου



University of Piraeus
Department of Digital Systems



The University of Piraeus 's
Data Science Lab

Η Σχέση...

- Διδάκτορας του Παν.

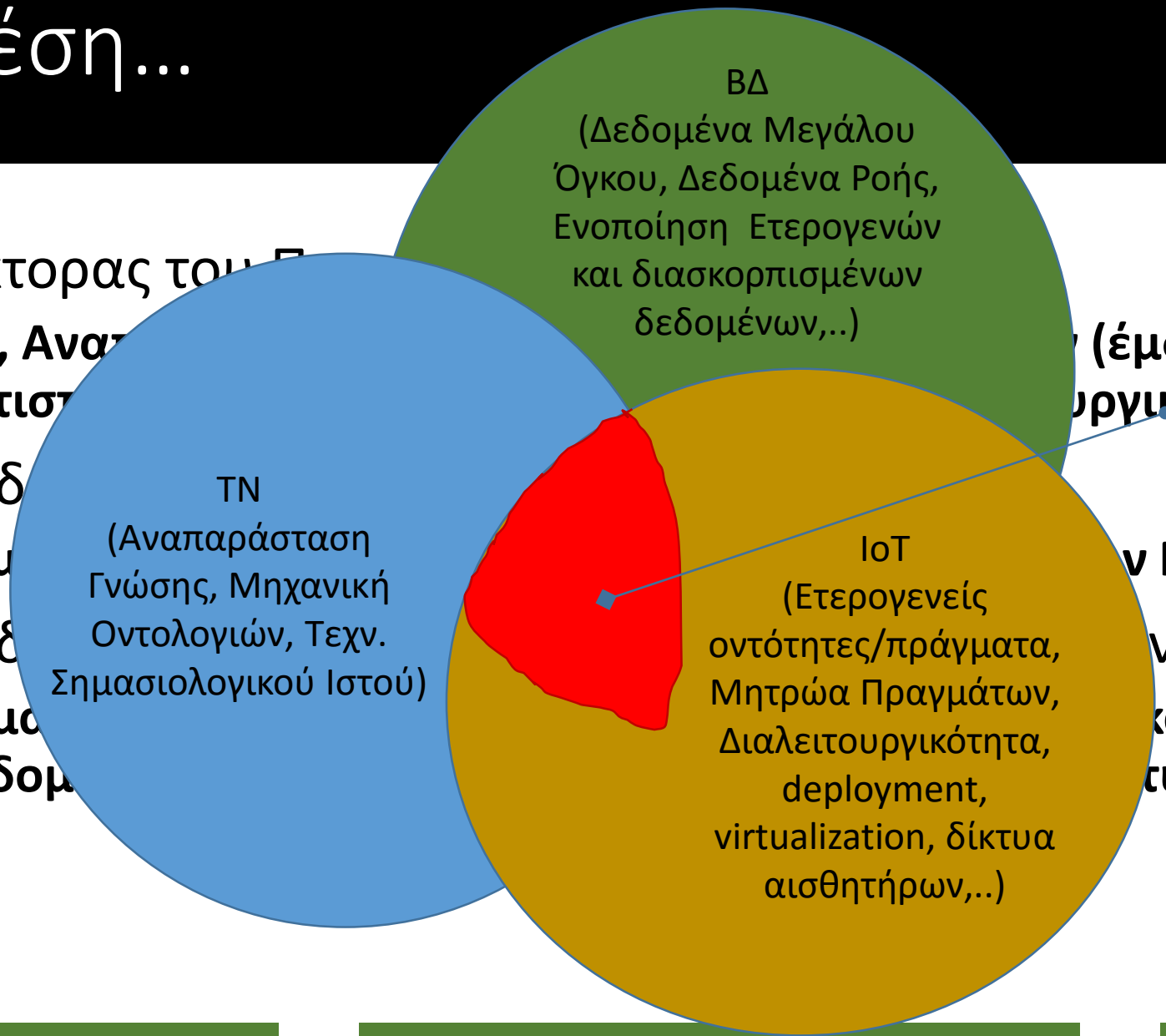
- ΤΝ, Αναπαραστάση
αντιστοιχίας

- Μεταδ

- Σημ (Αναπαράσταση
Γνώσης, Μηχανική
Οντολογιών, Τεχν.

- Μεταδ

- Σημ (Αναπαράσταση
Σημασιολογικού Ιστού)
- Σημ
δεδομένων



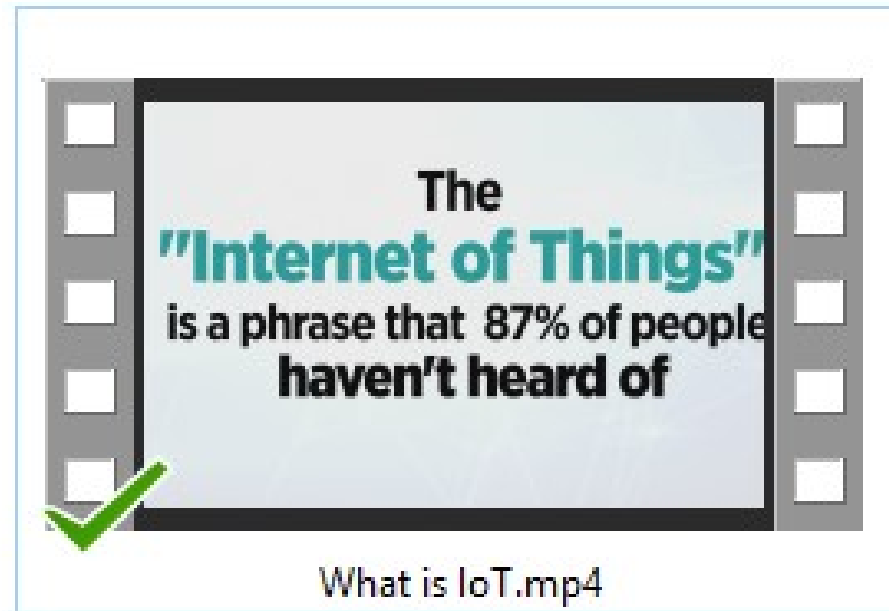
Σημασιολογική διαλειτουργικότητα ΙοΤ οντοτήτων, σημασιολογικά μητρώα, αυτόματη ανάπτυξη εφαρμογών σε ετερογενή περιβάλλοντα, σημασιολογική ενοποίηση ετερογενών και διασκορπισμένων ροών δεδομένων (π.χ. δίκτυα αισθητήρων, ΒΔ, εφαρμογές)

και ενοποίηση
δίκτυα αισθητήρων)

Θέματα

- **Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα**
(Sem. Interoperability)
- **Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων**
(Sem. Data Integration)
- **Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου**
(Big Data Analytics, Machine Learning)
- **Έξυπνοι προσωπικοί βοηθοί/πράκτορες**
(Intelligent Personal Assist. Agents)

Το Διαδίκτυο Πραγμάτων (IoT) - Forbes

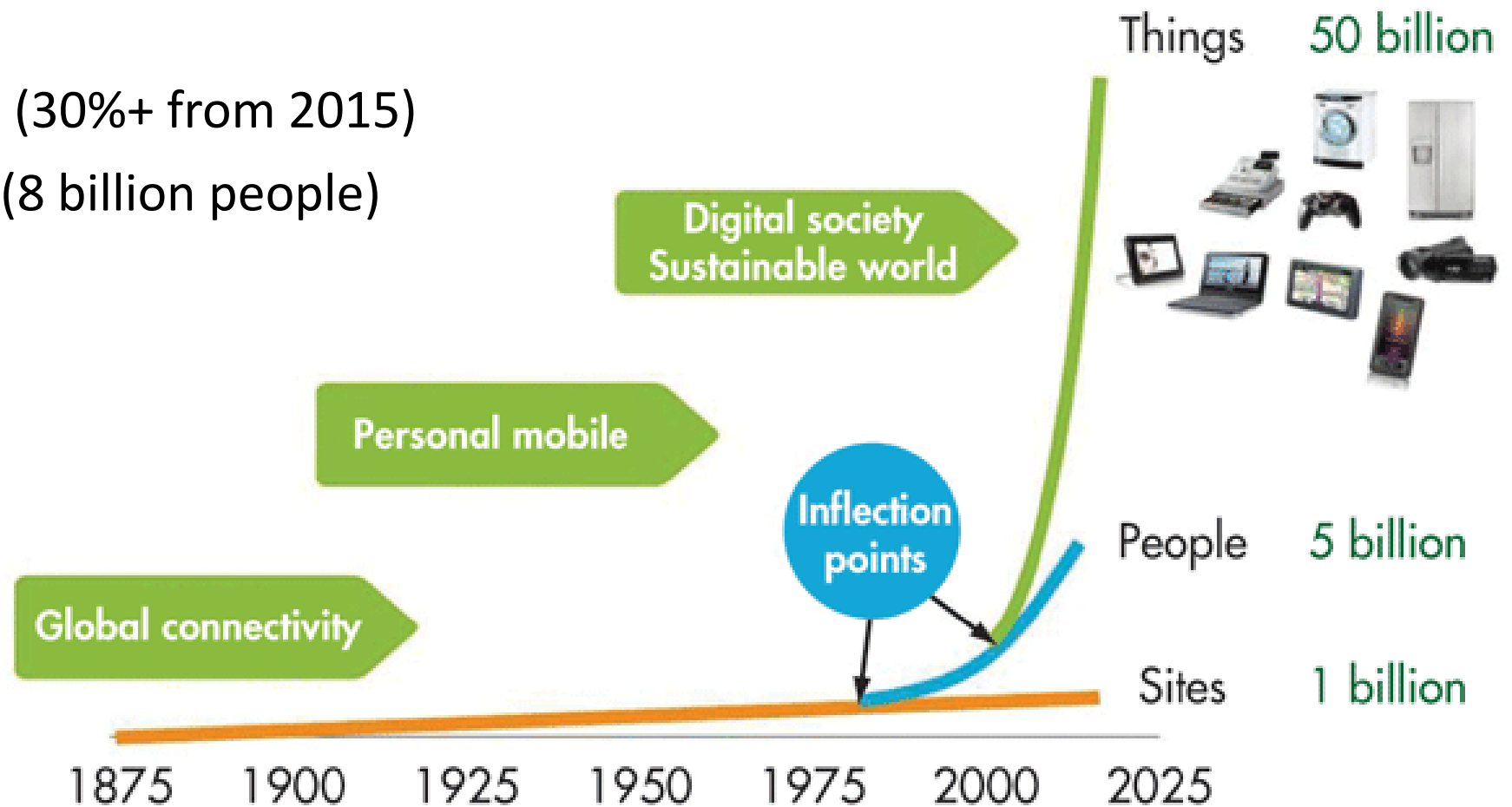


Πηγή: <http://www.forbes.com/video/4609490745001/>

Το IoT σε αριθμούς

Gartner:

- **2016:** 6.4 billion (30%+ from 2015)
- **2020:** 21 billion (8 billion people)



Τι αφορά;

Internet of Things (IoT):

Δίκτυο πραγμάτων (αντικειμένων, οντοτήτων) π.χ. συσκευές, αυτοκίνητα, κτίρια, ενσωματωμένα με ηλεκτρονικά κυκλώματα (**controllers**), λογισμικό, αισθητήρες (**sensors**), ενεργοποιητές (**actuators**), συνδεδεμένα (**connectivity**) μέσω του Διαδικτύου, ανταλλάσσοντας δεδομένα και εκτελώντας εντολές

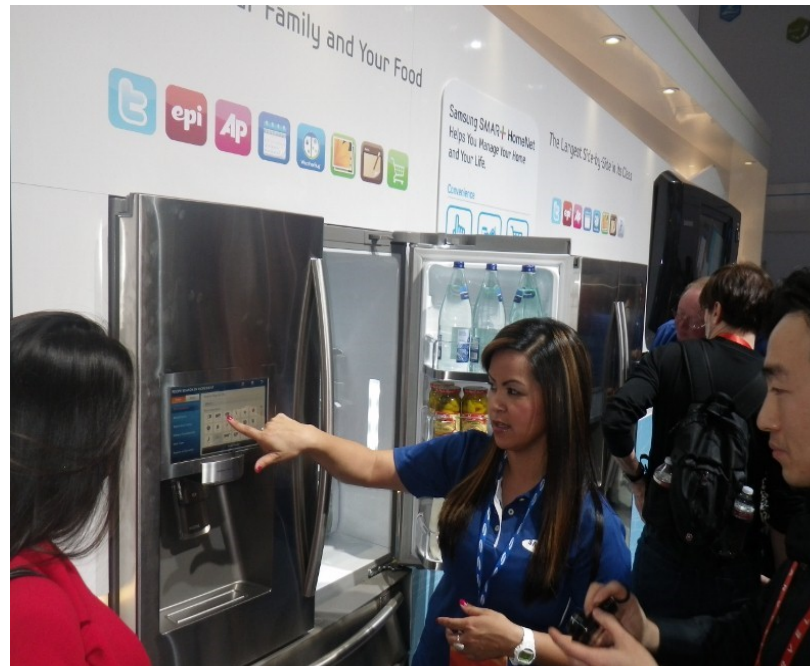


Παραδείγματα (interconnected Things)

Smart washing machine @LG



Smart Fridge @Samsung



- ✓ Έλεγχος προφίλ Facebook
- ✓ Αποστολή εικόνας από το έξυπνο κινητό
- ✓ Το ψυγείο προωθεί στο κινητό alerts για προϊόντα που πρόκειται να λήξουν

Παραδείγματα (interconnected Things)

Smart fridge and oven @LG

- ✓ Συνταγές αποθηκευμένες στο ψυγείο
- ✓ Αποστολή συνταγής στο φούρνο
- ✓ Ρύθμιση της θερμοκρασίας ψησίματος από τον φούρνο με βάση τη συνταγή



02/Απρ/2016

Home Automation, Energy Saving

- ✓ Το κινητό τηλέφωνο ως ένα «τηλεχειριστήριο για τη ζωή»
- ✓ Εφαρμογές σε κινητά για τον έλεγχο του σπιτιού, των συσκευών, κλπ.



Σάμος, Παν. Αιγαίου, Δημερίδα ΤΝ



8

Παραδείγματα (interconnected Things)



- ✓ Αυτόνομα (χωρίς οδηγό) αυτοκίνητα
- ✓ Αυτοκίνητα που σε καθοδηγούν προς το φθηνότερο βενζινάδικο,
- ✓ Αυτοκίνητα που ξεκινούν με φωνητική εντολή μέσω κινητού τηλεφώνου

Παραδείγματα (Smart Cities)



Στο Σπίτι και το Γραφείο μας!

- **Γραφείο:**
 - 3rd party temp **sensor** (computer room), **Controller** box (send SMS alerts), any phone, KNX protocol
- **Σπίτι:**
 - IP wireless **cameras**, 3rd party generic mobile app (foscam comp.), web connectivity (HTTP)
 - Samsung **TV**, Samsung Link mobile app (replaces AllShare), wifi-connectivity, Share Box mobile app, DLNA protocol by Samsung
- **Μαζί μου:**
 - Samsung ATIV **phone**, ATIV Beam mobile app, NFC connectivity to share files with other NFC-enabled devices



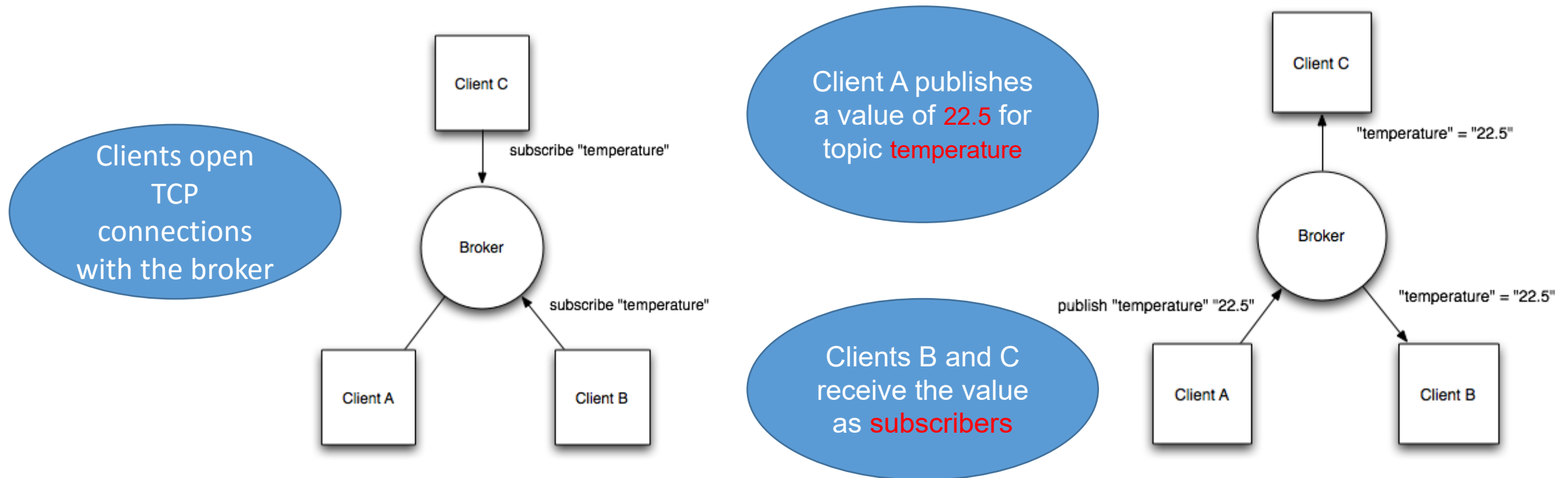
Διασυνδεσιμότητα Πραγμάτων

- Αρχικά (1999 Auto-ID labs) με RFID τεχνολογία (tags και readers)
- Σήμερα, εξελιγμένη διασυνδεσιμότητα, πέρα από M2M τεχνολογία, καλύπτοντας περισσότερα από ένα πρωτόκολλα και εφαρμογές
- Διασυνδεσιμότητα: **Zigbee, Z-Wave, 6LowPAN, WiFi, NFC, ...**
- Πρωτόκολλα επικ. (pub/sub brokers): **MQTT, CoAP, XMPP, HTTP...**
- ...

Πηγή: <http://postscapes.com/internet-of-things-protocols>

Επικοινωνία Πραγμάτων

- Παράδειγμα επικοινωνίας μέσω Pub/Sub πρωτ. (info. broker)
- Πελάτης **A** δημοσιεύει, πελάτες **B, C** εγγράφονται ως συνδρομητές



Οι τρεις (3) επιλογές διασυνδεσιμότητας

Στην αγορά σήμερα...:

- Αγοράζεις όλες τις συσκευές από τον **ίδιο κατασκευαστή**
- Συνδέεις τις «έξυπνες» συσκευές σου (τηλέφωνα, τηλεοράσεις) διαφορετικών κατασκευαστών μέσω της **εγκατάστασης ενός προγράμματος-πελάτη** (soft. Client) του ενός στις συσκευές των άλλων (υπάρχει περιορισμένη λίστα με υποστηριζόμενες πλατφόρμες)
- Χρησιμοποιείς ένα συγκεκριμένο **gateway box (ή soft. πλατφόρμα)**, που μπορεί να συνδέει συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές (που όμως δεν υποστηρίζονται όλοι από κάθε λύση, συνήθως)
- **Και στις 3 περιπτώσεις, κάποιος κατασκευαστής είναι υπεύθυνος για την 'διαλειτουργικότητα' των συσκευών**

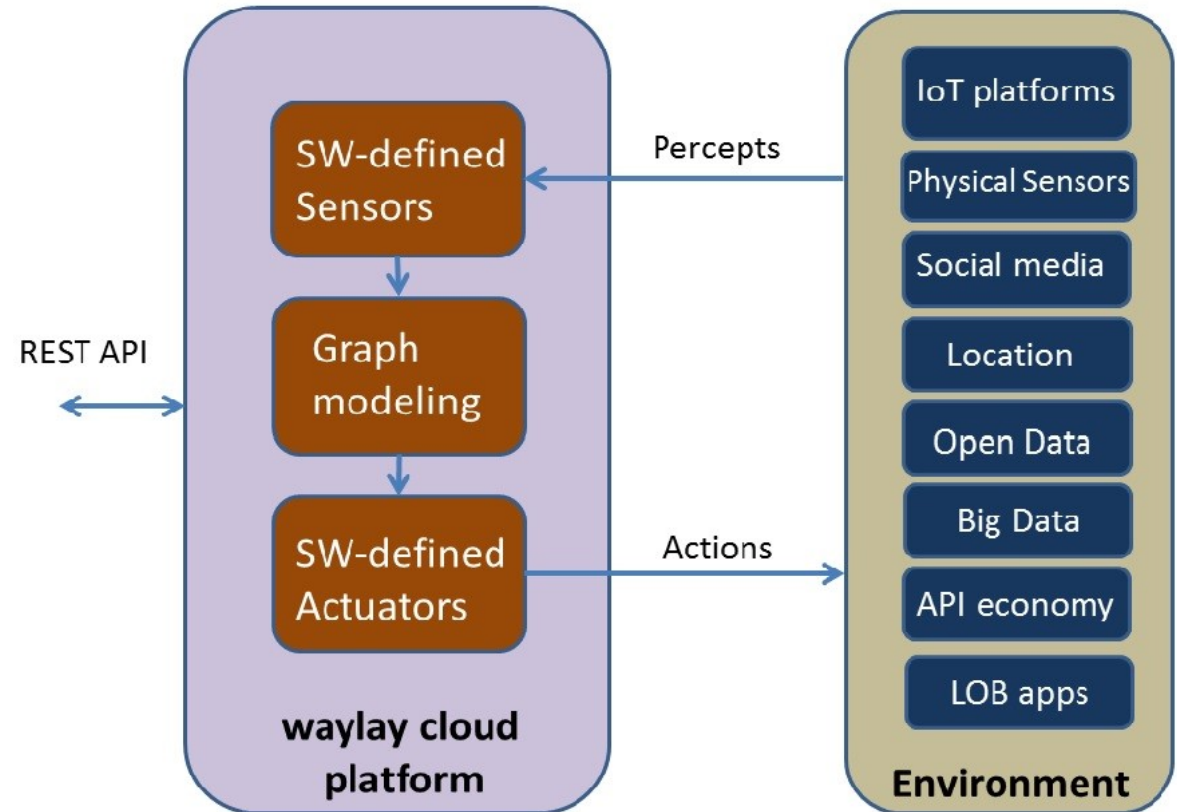
Παράδειγμα IoT πλατφόρμας

AI-oriented Cloud-based IoT platform Waylay

- Πράκτορας (agent) = Αρχιτεκτονική (architecture) + Λογική (logic)
- Αρχιτεκτονική = Συσκευή Υπολογισμού με Αισθητήρες + Ενεργοποιητές
- Αρχιτεκτονική =>
 - Εισαγωγή δεδομένων από αισθητήρες
 - Εκτέλεση της λογικής πάνω στα δεδομένα
 - Ενέργεια με βάση το αποτέλεσμα
- Λογική =>
 - Υπολογίζει + Συμπεραίνει με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και την γνώση του περιβάλλοντος

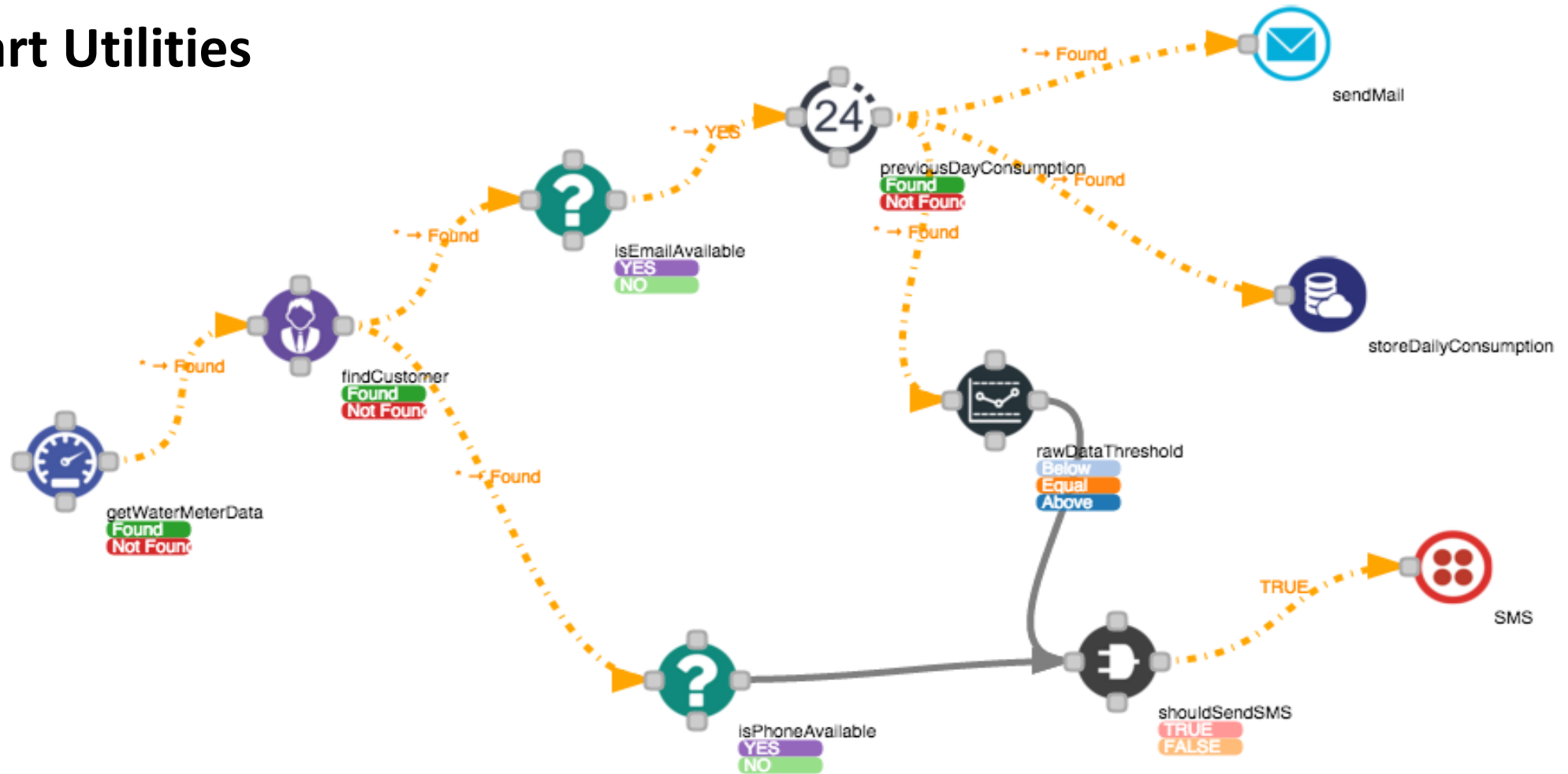
Παράδειγμα IoT πλατφόρμας

- Παρατηρεί το περιβάλλον μέσω
 - **software-defined sensors**
- Ενεργεί μέσω
 - **software-defined actuators**
- **Graph modeling** τεχνολογία
 - **Bayesian networks**,
ως κεντρικό συστατικό λογικής
- Exposes the agent
 - ως ένα **REST service**



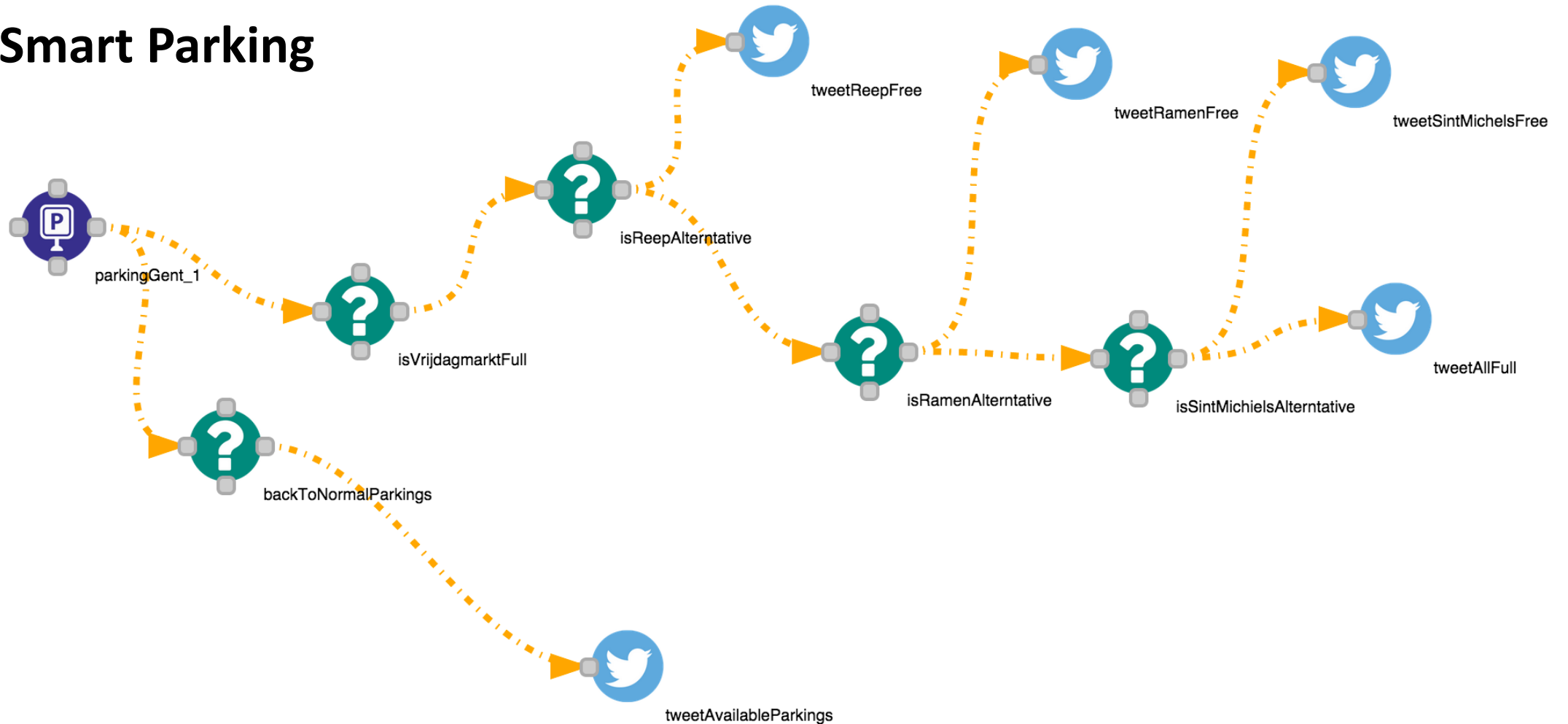
Παράδειγμα IoT πλατφόρμας

- Smart Utilities



Παράδειγμα IoT πλατφόρμας

- Smart Parking



Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

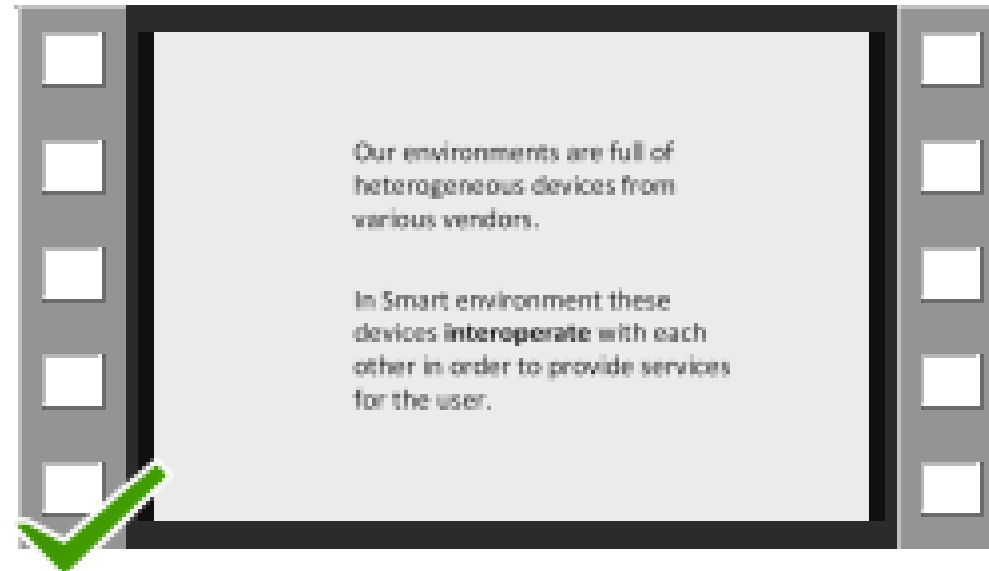


Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

- Smart Home Gardening
- M3 platform, VTT

Τεχνολογίες:

QR codes, uID, smart phone, mobile app, sensors, semantic inform. broker, ontologies



Smart Garden, M3. VTT.mp4

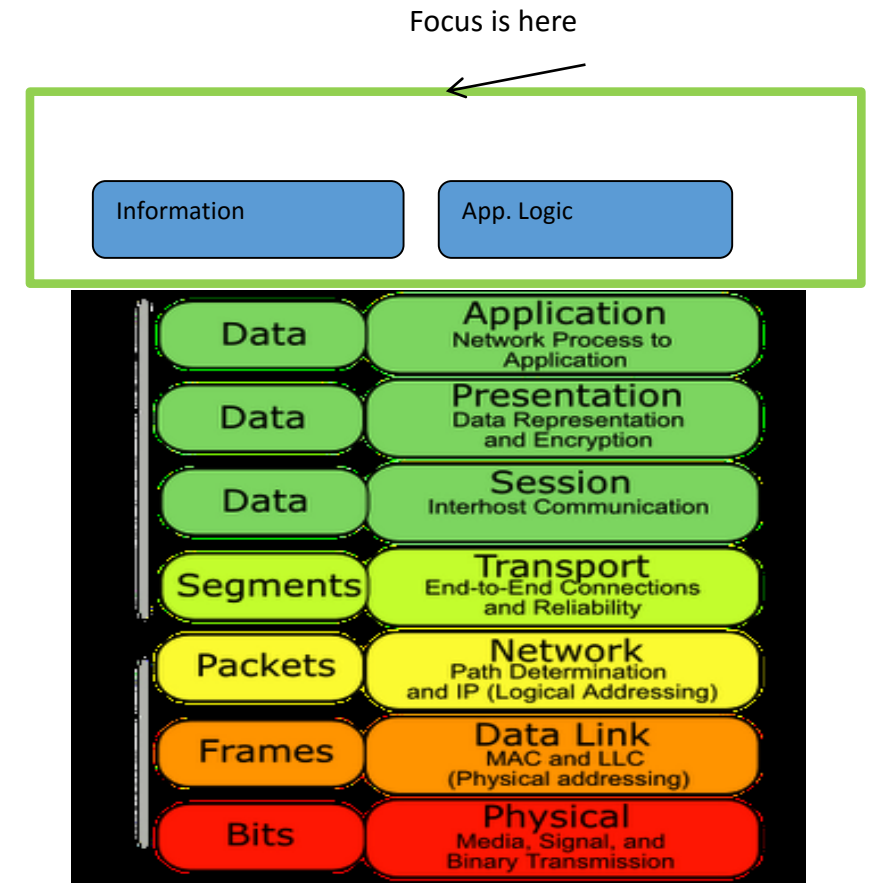
Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=QBxqGpDYmw8>

Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

Το IoT **χρειάζεται** σημασιολογία για να...

- γεφυρώσει το σημασιολογικό κενό (**semantic gap**) μεταξύ των IoT οντοτήτων (στο επίπεδο της Πληροφορίας/Εφαρμογών)

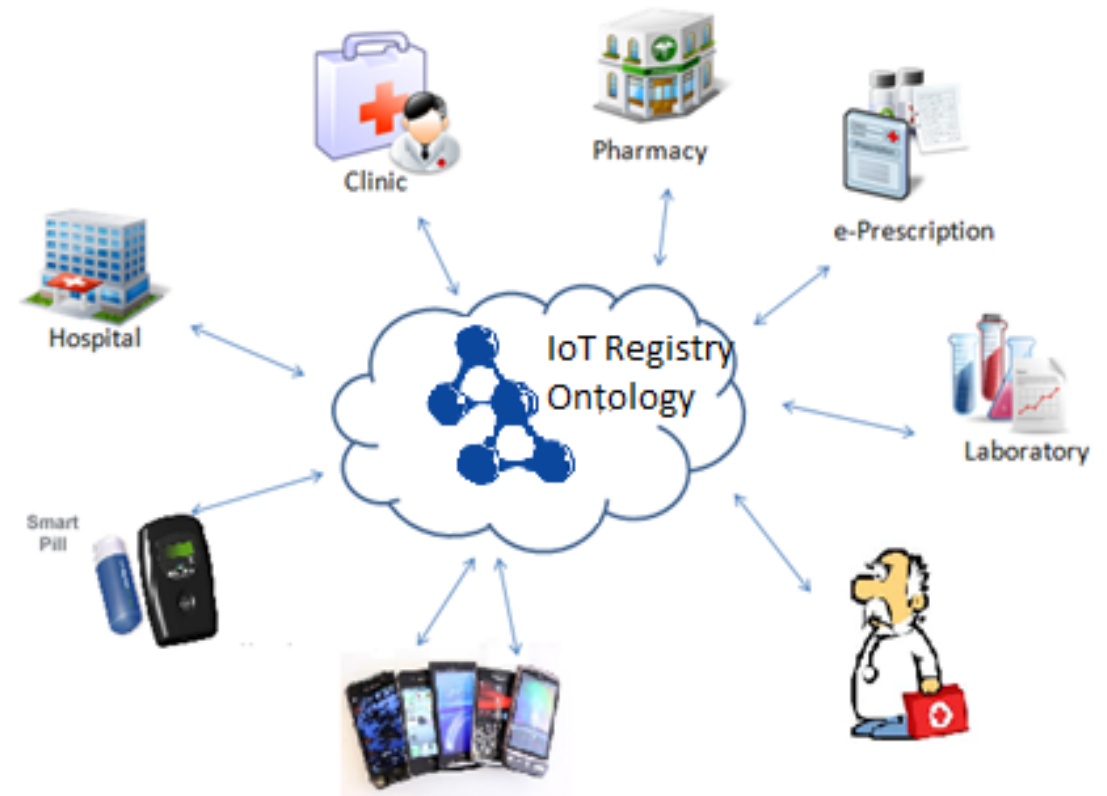
...στοχεύοντας στην αυτόματη ανάπτυξη (deployment) αυτών σε ετερογενή IoT περιβάλλοντα



Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

Η σημ. διαλειτουργικότητα επιτρέπει....:

- Αυτόματη διασύνδεση IoT οντοτήτων προερχόμενες από διαφορετικούς κατασκευαστές
- Ανάπτυξη εφαρμογών τρίτων για ετερογενή περιβάλλοντα IoT
- Ανάπτυξη εφαρμογών που είναι γενικού σκοπού και 'τρέχουν' σε διάφορες IoT συσκευές (διαφορετικού κατασκευαστή αλλά ίδιου σκοπού)



Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

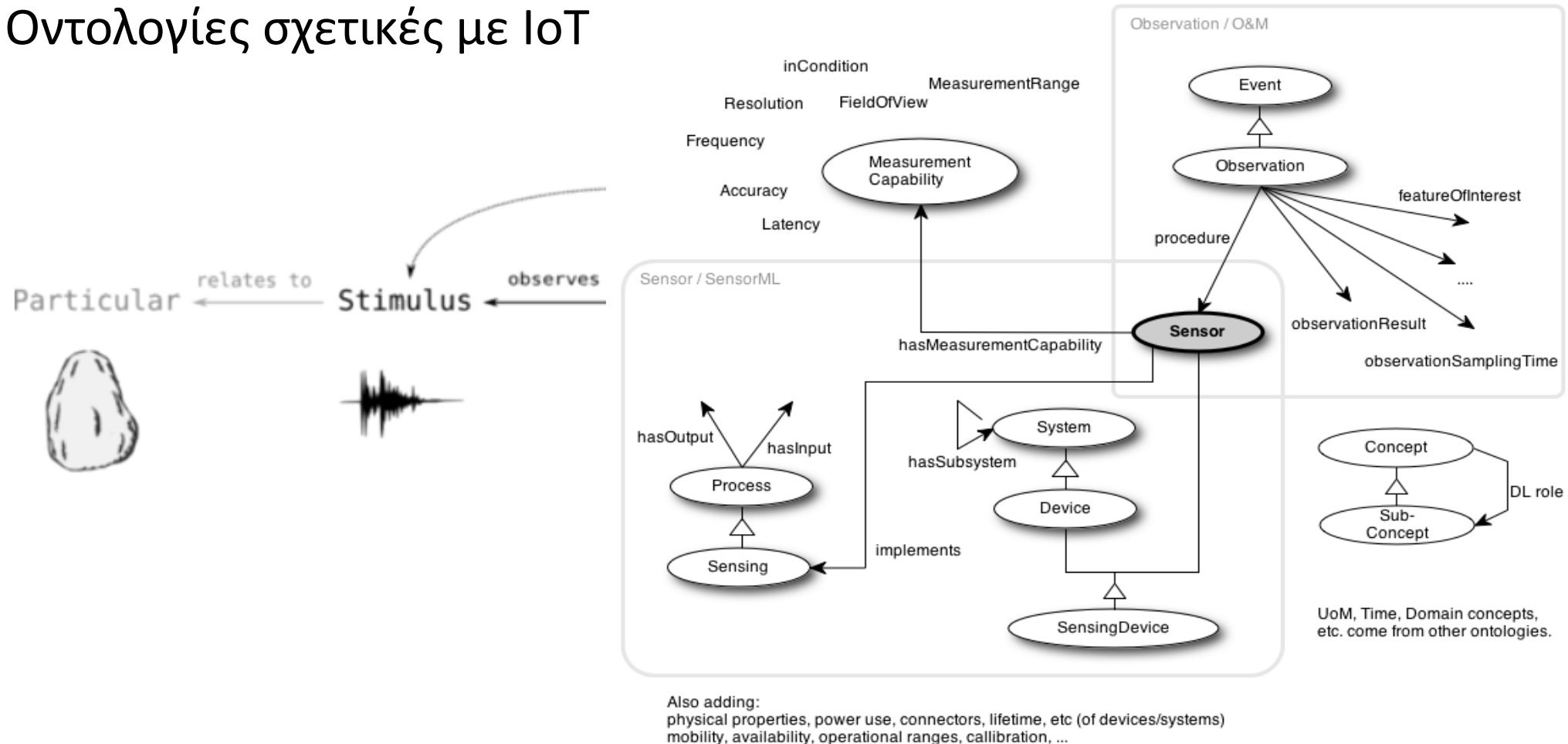
- **Οντολογία:** τυπικός και σαφής ορισμός μιας κοινής και συμφωνημένης εννοιολογικής μορφοποίησης που αφορά σε ένα πεδίο ενδιαφέροντος

Για το IoT σημαίνει:

- Οντολογίες για την περιγραφή: πόρων (π.χ. sensors), δεδομένων από παρατηρήσεις & μετρήσεις (π.χ. sensor readings), εννοιών πεδίου (e.g. μονάδα μέτρησης, τοποθεσία), υπηρεσιών (π.χ. IoT services) και άλλων πηγών δεδομένων (π.χ. αυτών που είναι διαθέσιμα στο LOD cloud)
- Συλλογιστική/επεξεργασία για τον συμπερασμό σχέσεων μεταξύ διαφορετικών πόρων ή δεδομένων

Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

- Οντολογίες σχετικές με IoT



Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

<iot:measurement>

<iot:type> temp</iot:type>

<iot:unit>Celsius</iot:unit>

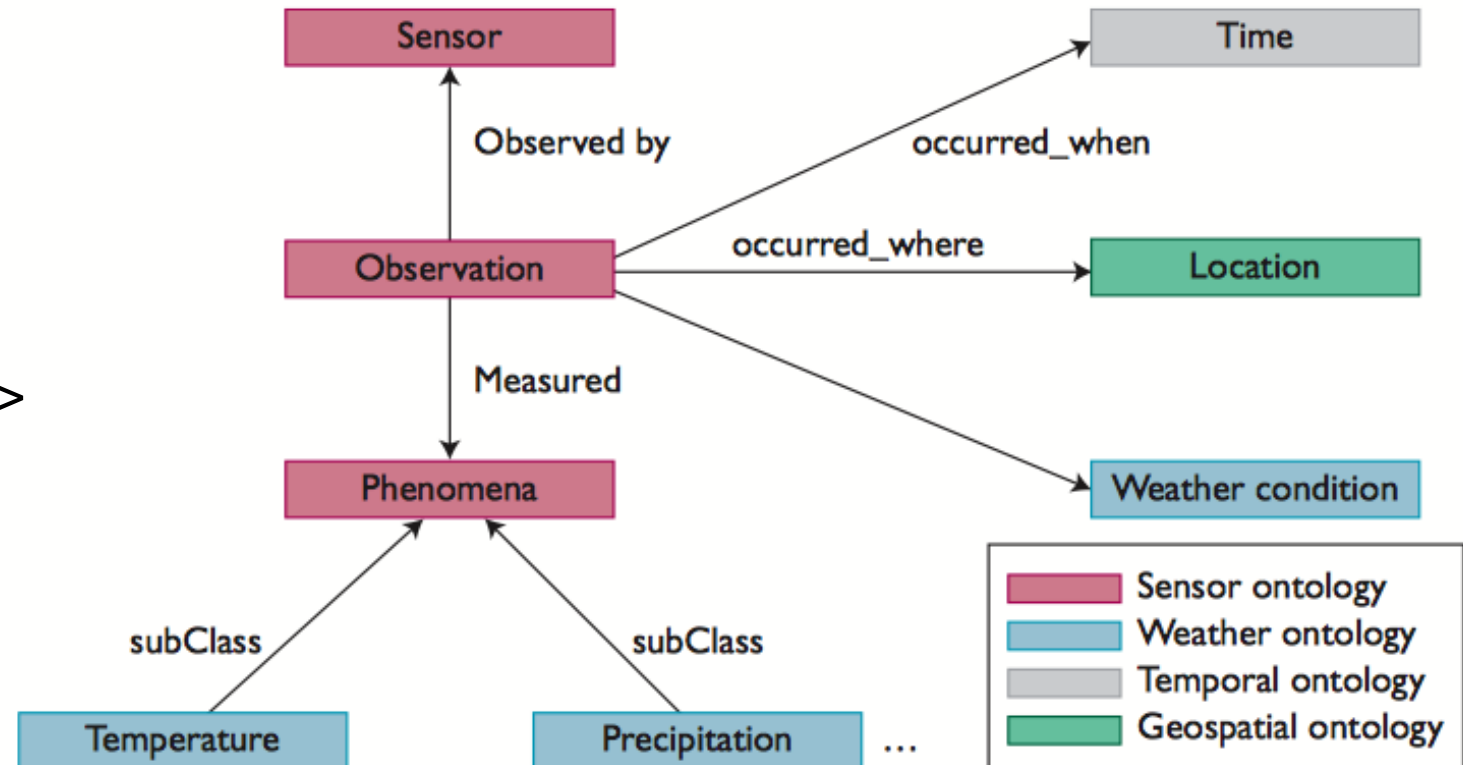
<time>12:30:23UTC</time>

<iot:accuracy>80%</iot:accuracy>

<loc:long>51.2365<loc:lat>

<loc:lat>0.5703</loc:lat>

</iot:measurment>



Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

**K. Kotis, PhD**

[Achievements](#)[Activities](#)[Lectures](#)[Projects](#)[Publications](#)[SW-related Links](#)[Social](#)[Talks/Presentations](#)[Theses Supervision](#)[Selected Ontologies](#)[Announcements](#)

Home

Primary links

- [Achievements](#)
- [Activities](#)
- [Lectures](#)
- [Projects](#)
- [Publications](#)

Secondary links[Navigation](#)[User login](#)

The Internet of Things (IoT) Ontology

Thu, 2012-01-19 10:32 — kotis

The IoT-ontology for the Representation of Interconnected and Semantically Coordinated Smart Entities in a Web of Things (WoT).

Subject:

The aim of the ontology is to support the automated deployment of applications in heterogeneous IoT environments. It mainly serves as a semantic registry for the registration of associations of sensing/actuating/identity/embedded with features of interest, as well as for the registration of applications that utilize the services provided by these associations.

Authors:

1. Konstantinos Kotis
2. Artem Katasonov

Contributors: VTT

Created with: Protege 4.2, OWL API (version 3.2.3.1824) <http://owlapi.sourceforge.net>

IRI (experimental): <http://purl.org/IoT/iot>

Recommended Prefix: iot

This Version: 2.1

Recent comments

- About IoT-ontology versions and posts
4 years 10 weeks ago

Events**Upcoming events****Recent Publications**

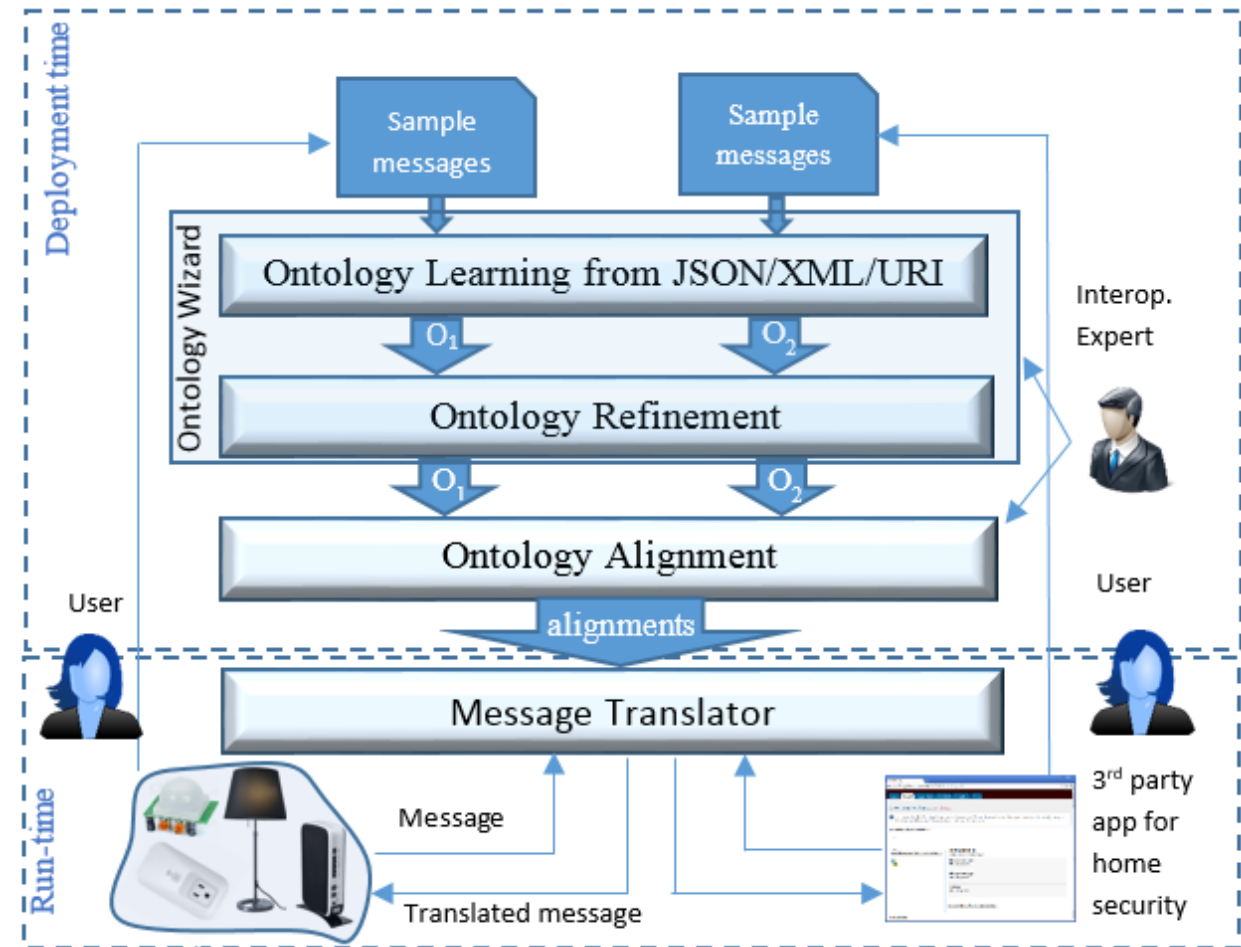
Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

Semantic Smart Gateway Framework @VTT

- **IoT οντολογία** ως σημασιολογικό μητρώο (registry) για IoT οντότητες
- **Domain-specific οντολογίες** για την περιγραφή της σημασιολογίας της κάθε συσκευής και εφαρμογής (π.χ. Input/output) αλλά και άλλων πληροφοριών (π.χ. χώρος, χρόνος, καιρός)

Κάθε κατασκευαστής διαφορετική οντολογία (αν υπάρχει)!!!

- **SSGF εργαλειοθήκη για:**
 - Μετατροπή της μορφής των μηνυμάτων δεδομένων των εγγεγραμμένων οντοτήτων (από XML/JSON/URI σε OWL),
 - Αυτόματη αντιστοίχιση των OWL περιγραφών (οντολογιών)
 - Ταίριασμα εγγεγραμμένων IoT οντοτήτων με βάση τις αντιστοιχίσεις



Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

ThereGate to App (in JSON):

```
{  
  "List": [  
    {  
      "TimeStamp": 1333450241.736228,  
      "Signal": "PropertiesChanged",  
      "DeviceId": 25  
    },  
    ...  
  ],  
  "until": 1333450241.741899,  
  "tobj": "signals"  
}
```

Application to ThereGate (in XML):

```
<event  
...  
</event>
```

**Ταίριασμα και Ευθυγράμμιση
Σημασιολογίας/Οντολογιών**

(Ontology Matching and Alignment)

Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

- Motion/movement/move/...

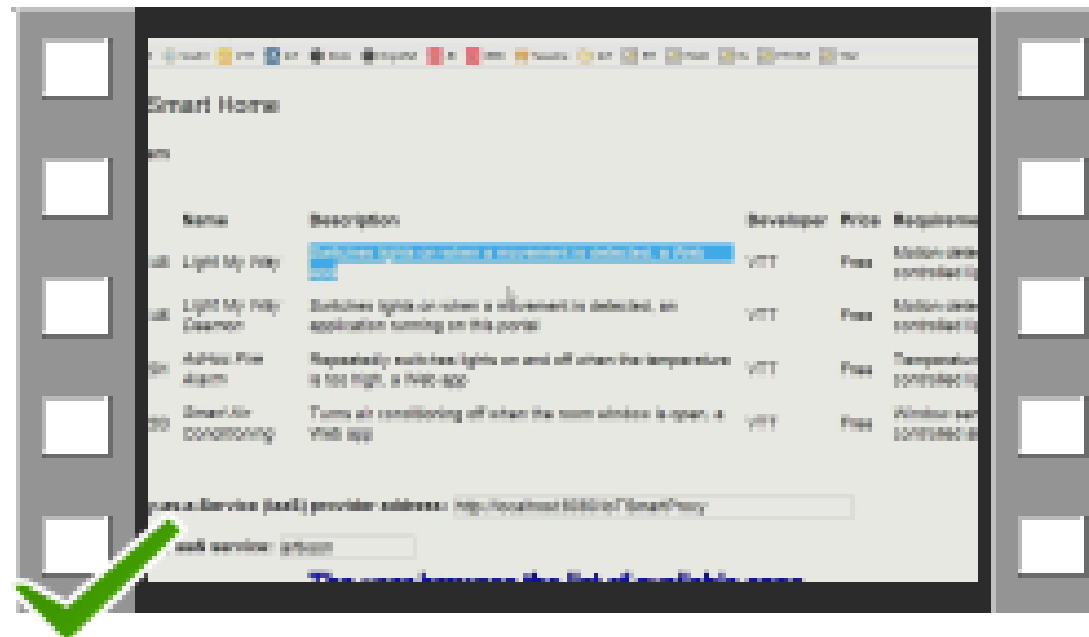
```
<map>
  <Cell>
    <entity1 rdf:resource='http://there#motionDetectorSignal_List_Data_MotionDetected'/>
    <entity2 rdf:resource='http://app#movementDetectorResponse_Event_Movement'/>
    <relation>=</relation>
    <measure rdf:datatype='http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float'>1.0</measure>
  </Cell>
</map>
```



```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://there#motionDetectorSignal_List_Data_MotionDetected">
  <owl:equivalentProperty rdf:resource="http://app#movementDetectorResponse_Event_Movement"/>
</owl:DatatypeProperty>
```

Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

- Semantic Interoperability as a Service (for IoT) @VTT



SlaaS in IoT.mp4

Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=R15Xnc2-Ovs>

Σηματολογική Ενοποίηση Δεδομένων



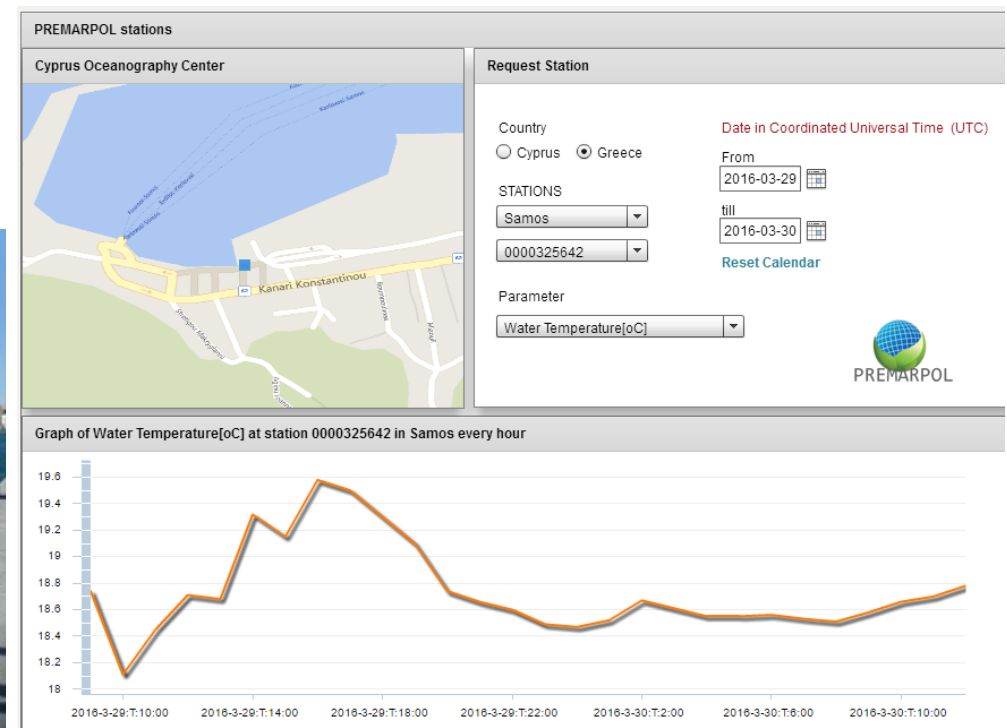
Σημαιολογική Ενοποίηση Δεδομένων

- AMINESS (Παν. Πειραιά, Παν. Αιγαίου) <http://aminess.eu/>
- PREMARPOL (ΠΕ Σάμου) <http://www.samos.gr/premarpol/>

Analysis of Marine INformation
for Environmentally Safe Shipping



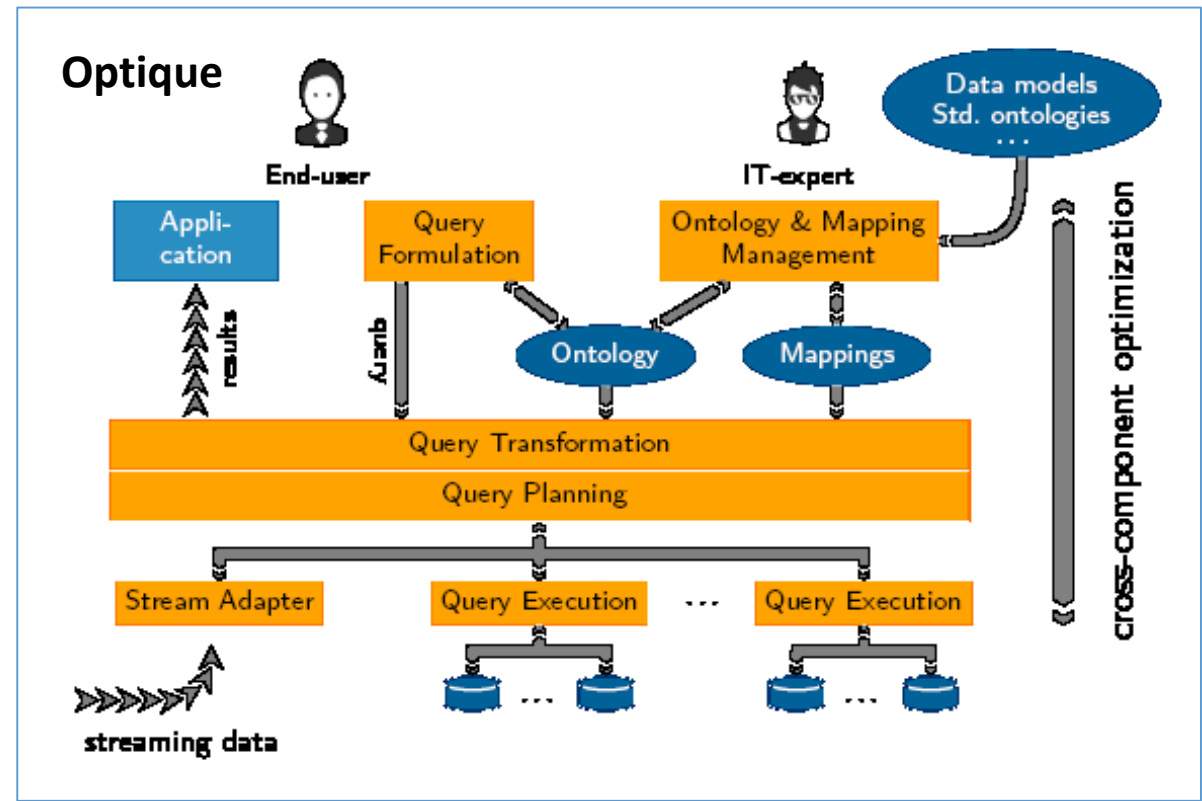
- suggest vessel and environmentally optimal safe route planning
- deliver real-time alerts for ships and
- support policy recommendations.



Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων

Πρόσβαση σε και Ενοποίηση ετερογενών και διασκορπισμένων IoT δεδομένων με χρήση οντολογιών

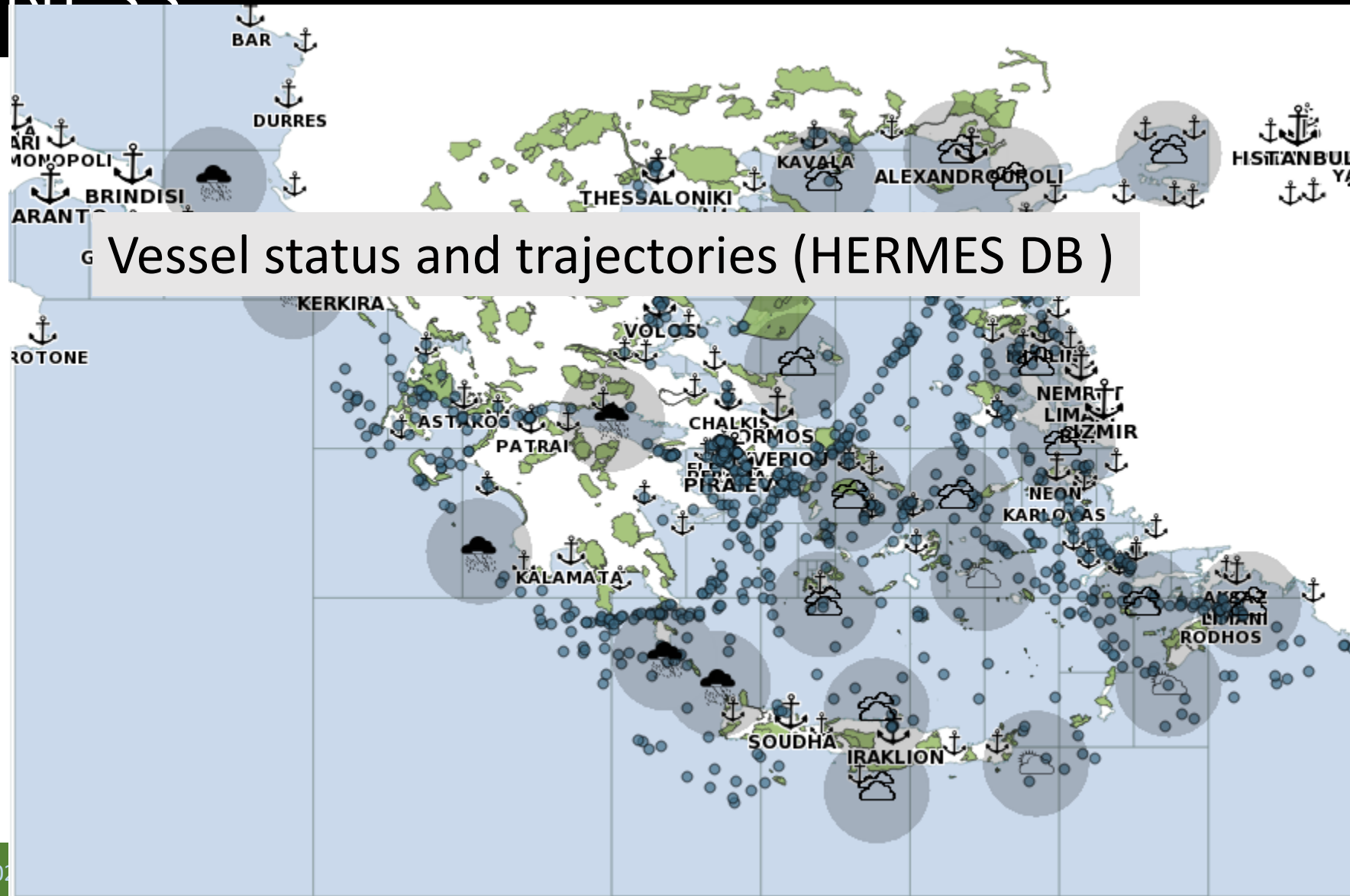
- OBDA (ontology-based data access) - RDB to RDF mappings
- Ontology Modularization
- Ontology alignment
- Distributed Reasoning
- Stream annotation with semantics
- Ontology-driven querying



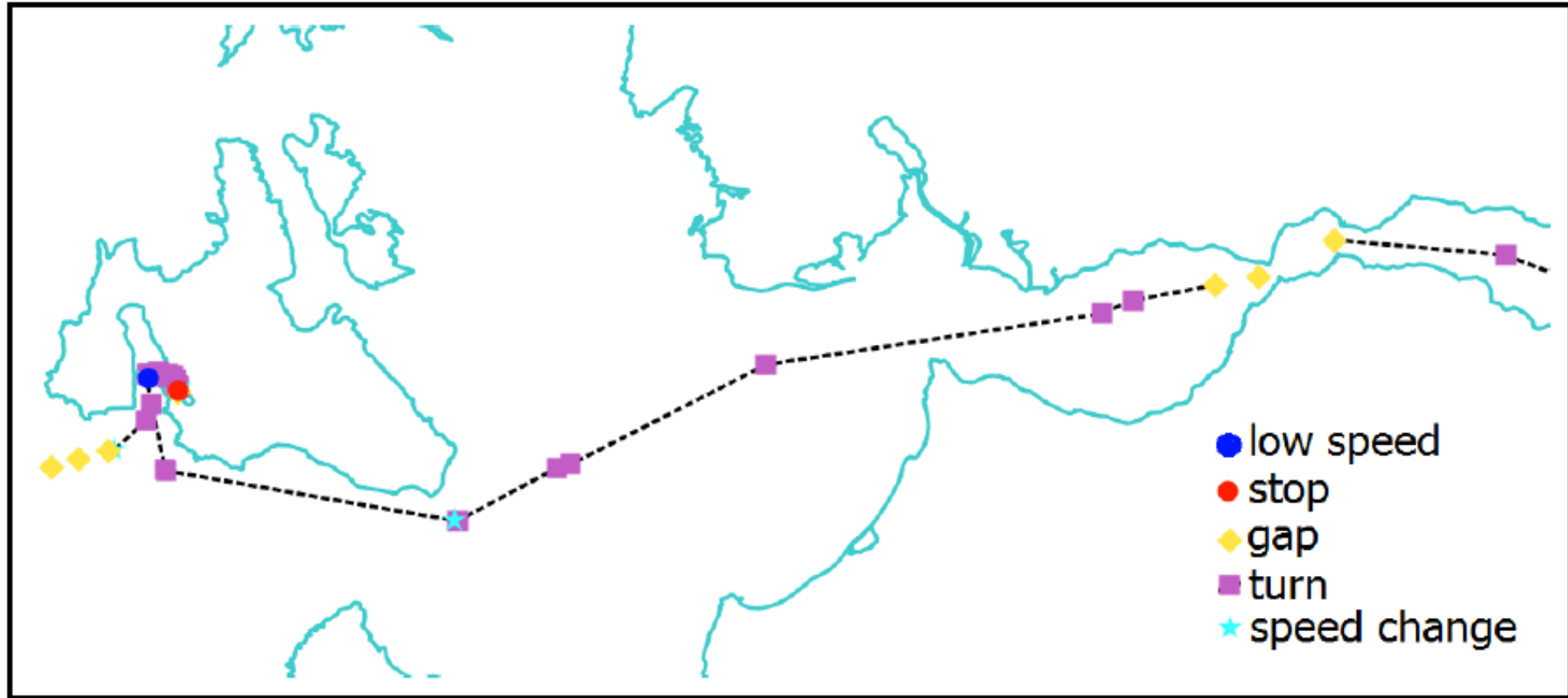
Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων - AMINESS

- Αναγνώριση σύνθετων γεγονότων ναυσιπλοΐας π.χ. **πλοίο με επικίνδυνο φορτίο εισήλθε σε απαγορευμένη αλιευτική ζώνη**
- Αναπαράσταση γεγονότων με χρήση κλάσεων οντολογιών, που καθορίζουν μοτίβα αποτελούμενα από τη σύνθεση απλών (χαμηλού-επιπέδου) γεγονότα π.χ. **πλοίο σε χαμηλή ταχύτητα**
- Αναπαράσταση χώρο-χρονικών ιδιοτήτων π.χ. **πλοίο κοντά σε άλλο πλοίο σε χρονική στιγμή t**
- Αναπαράσταση περιορισμών του πεδίου ενδιαφέροντος π.χ. **τύπος του πλοίου (Αλιευτικό)**
- Απαιτεί συλλογιστική με εκφραστικές οντολογίες

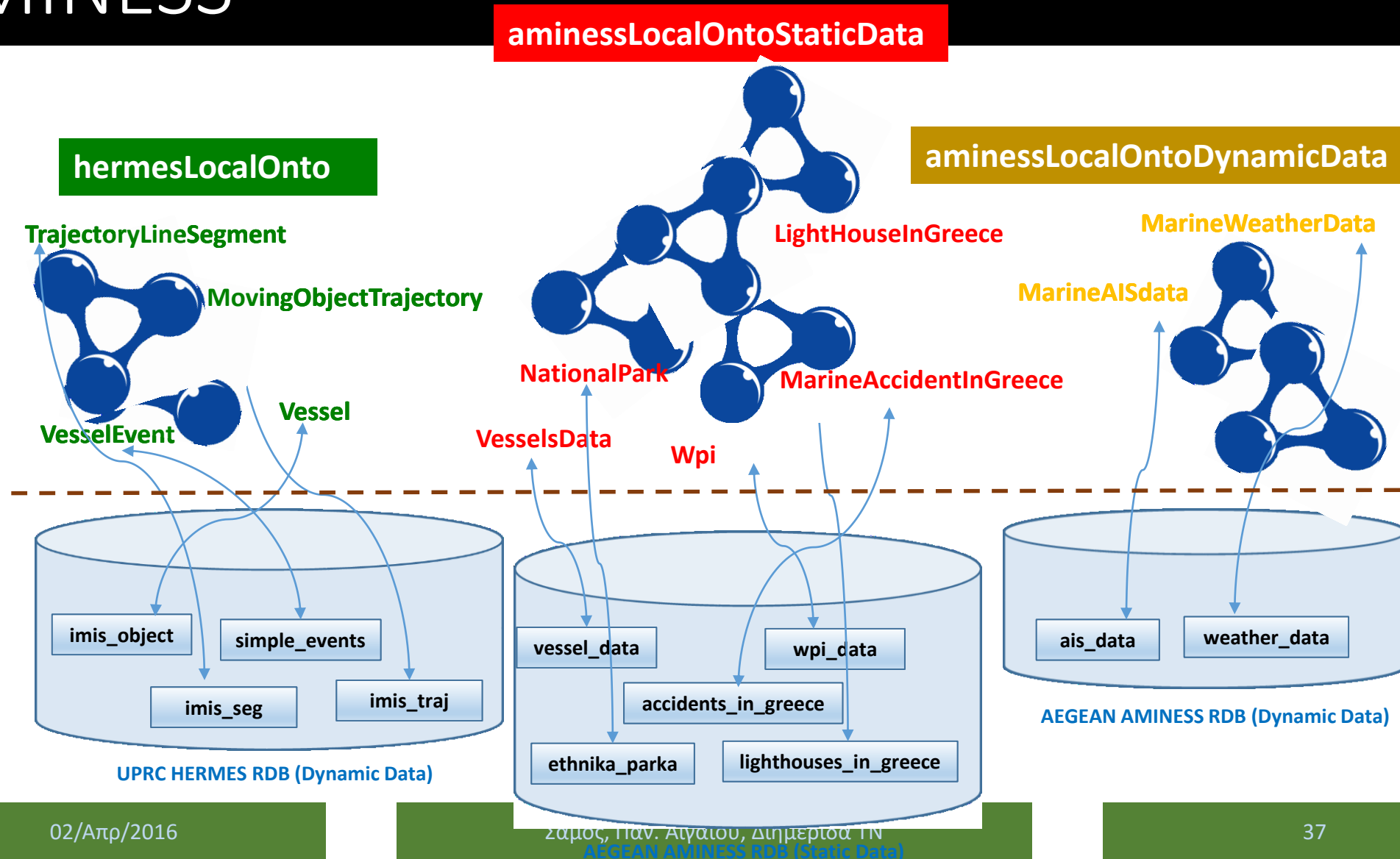
Σημαιολογική Ενοποίηση Δεδομένων - AMINESS



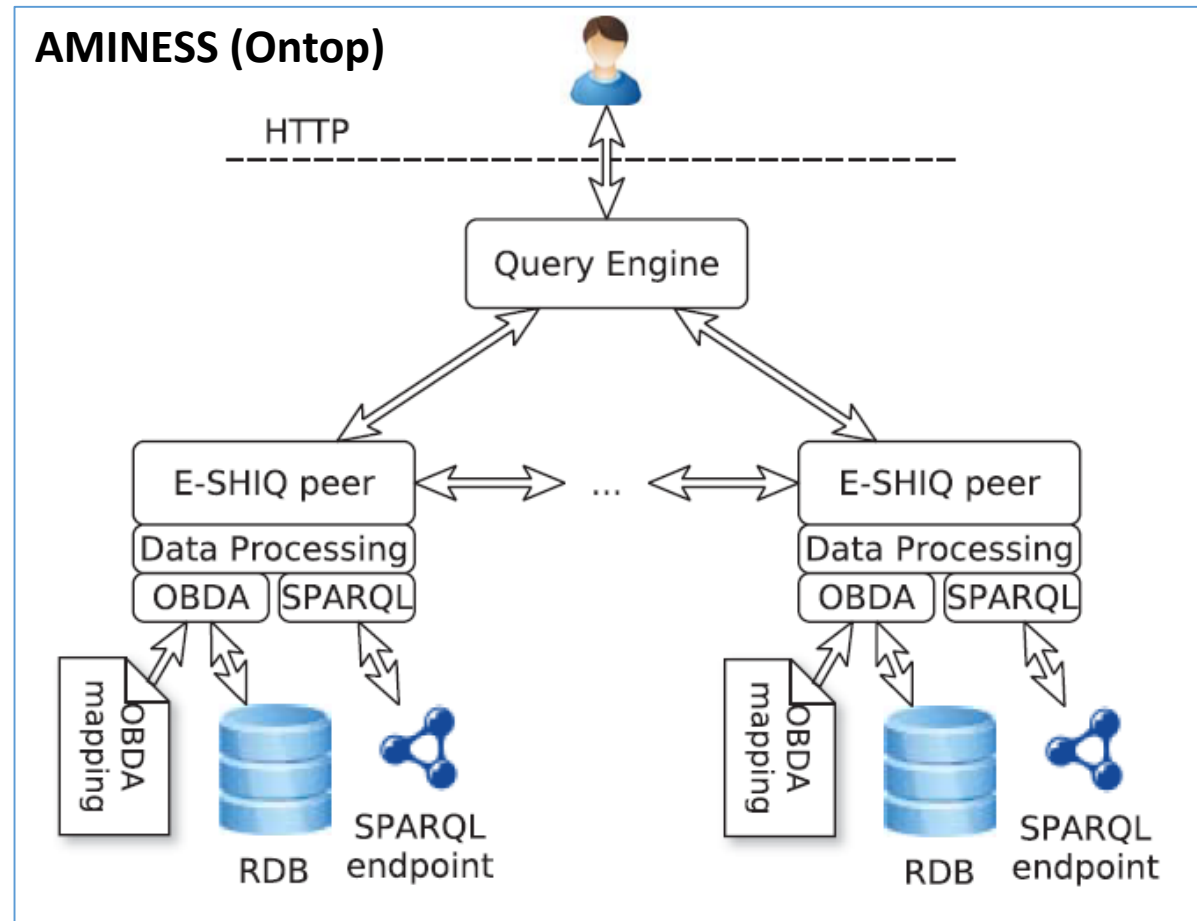
Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων - AMINESS



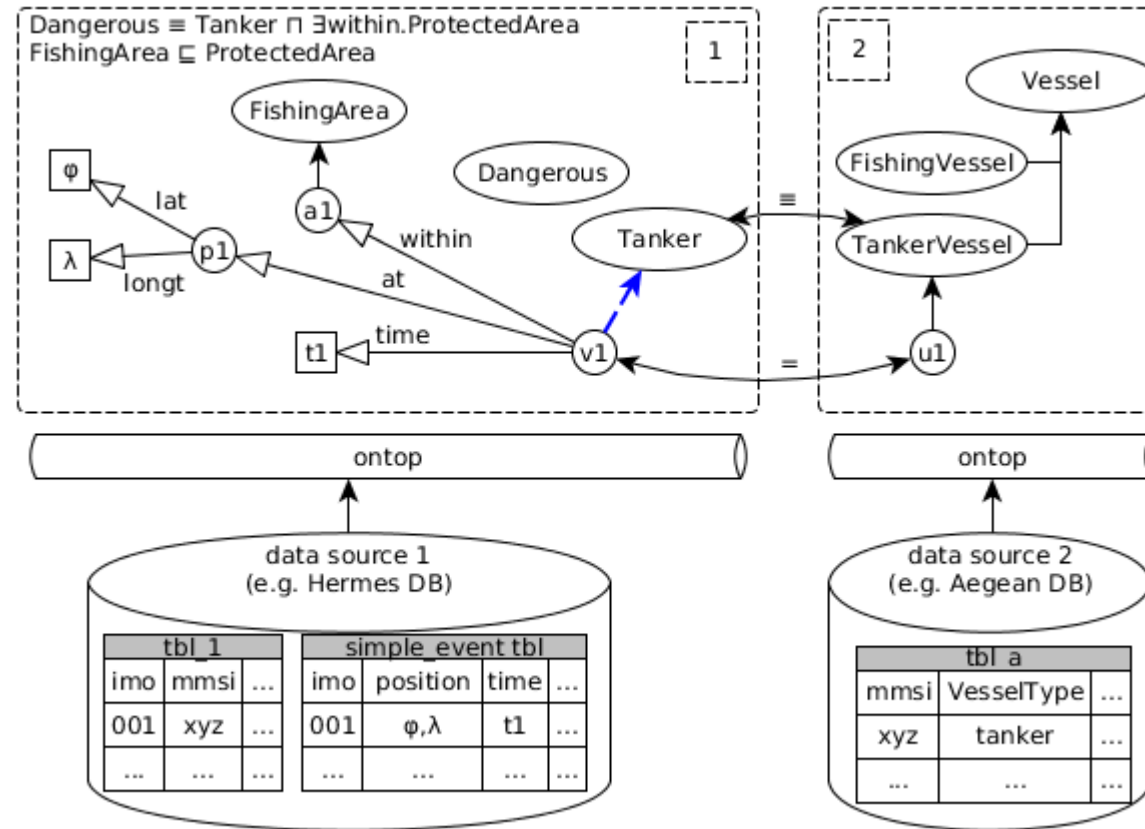
Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων - AMINESS



Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων - AMINESS

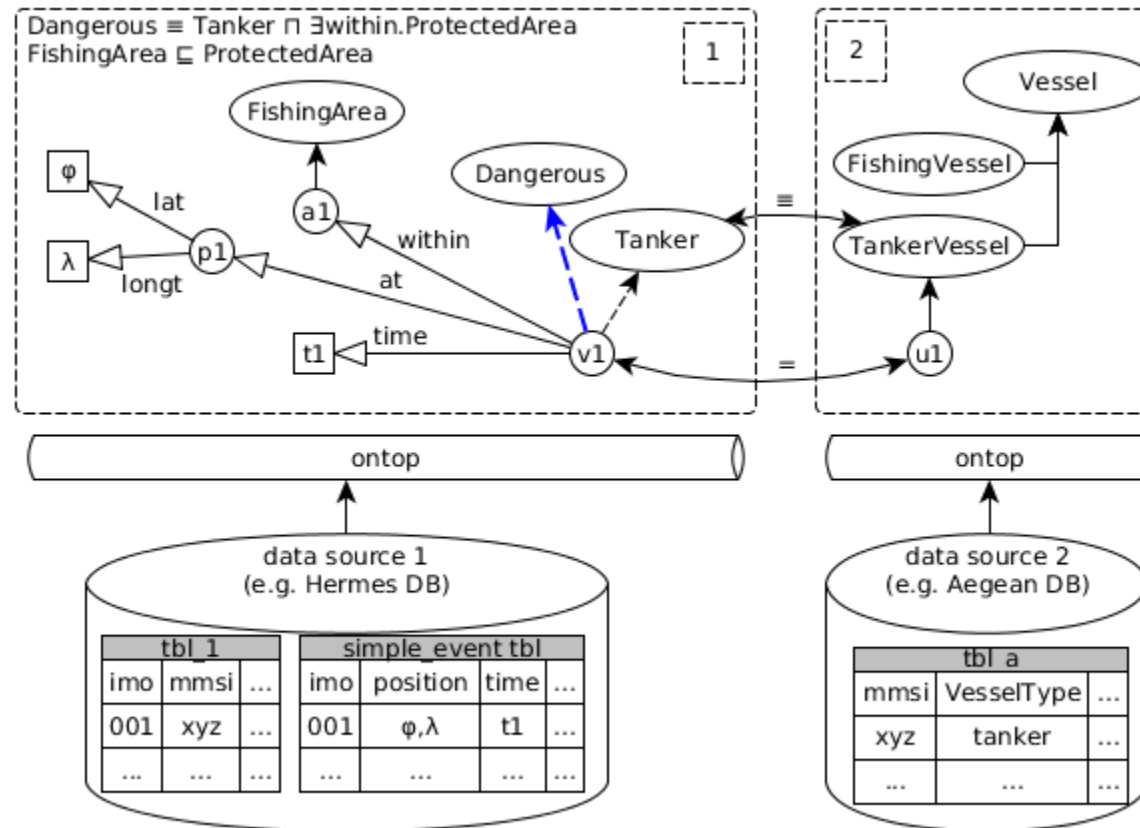


Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων - AMINESS



Κατανεμημένη Συλλογιστική (Distributed Reasoning): Peer (1) infers that $v1$ is instance of **Tanker**

Σημασιολογική Ενοποίηση Δεδομένων - AMINESS



Κατανεμημένη Συλλογιστική (Distributed Reasoning) : Peer (1) infers that **v1** is also instance of **Dangerous** (v1 is a Tanker within a ProtectedArea)

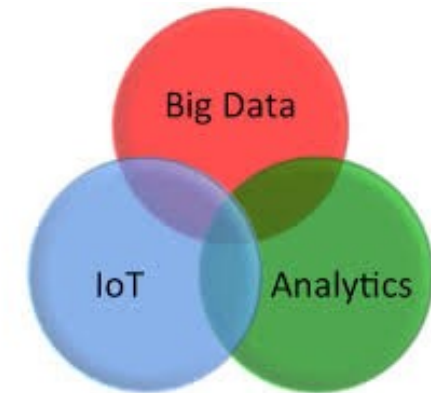
Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου



Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου

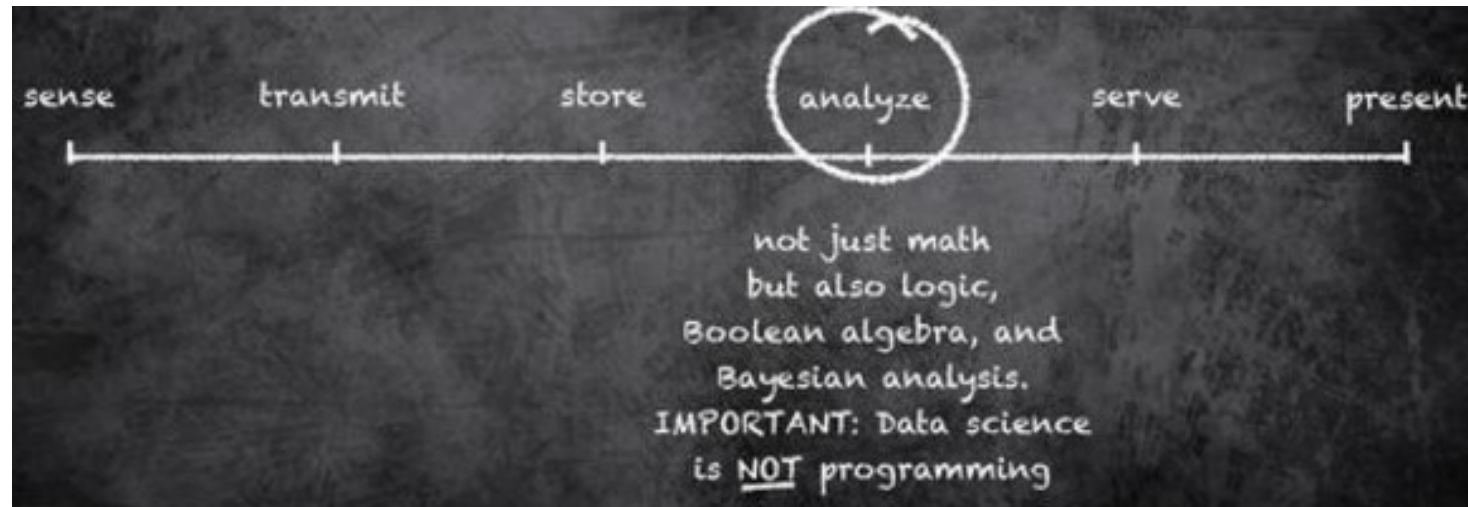
IoT και Big Data

- IoT **χρειάζεται** τα Δεδομένα
- IoT **παράγει** (sensors) και **αξιοποιεί** (analytics) Δεδομένα
- Big Data και IoT : **δύο όψεις του ίδιου νομίσματος**



Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου

- **IoT**: **μεγάλου όγκου** δεδομένα (ροής ή ιστορικά) από αισθητήρες
 - Ανάλυση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων
 - Ανάγκη για ανάλυση μεγάλης κλίμακας αλλά και αυτοματισμού
- **TN**: παρέχει το Πλαίσιο και τα Εργαλεία...



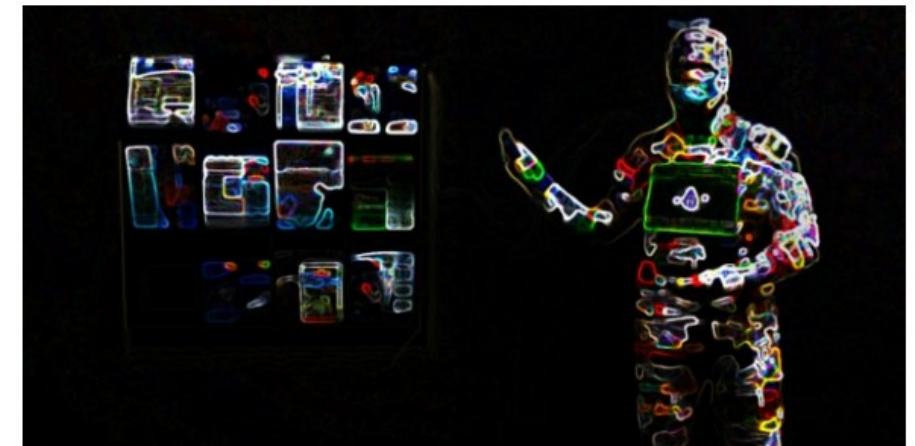
Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου

- IoT-παραγόμενα δεδομένα μπορούν να ...
 - Βοηθήσουν στην πρόβλεψη ατυχημάτων και εγκλημάτων
 - Δώσουν στους γιατρούς, σε πραγματικό χρόνο, γνώση/κατανόηση σε βάθος της πληροφορίας και των δεδομένων που μεταδίδεται από τους βηματοδότες
 - Δημιουργήσουν πραγματικά έξυπνα σπίτια με διασυνδεδεμένες συσκευές
 - ...

SPONSOR CONTENT MARK JAFFE, PRELERT

IoT WON'T WORK WITHOUT ARTIFICIAL INTELLIGENCE

WIRED



Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου

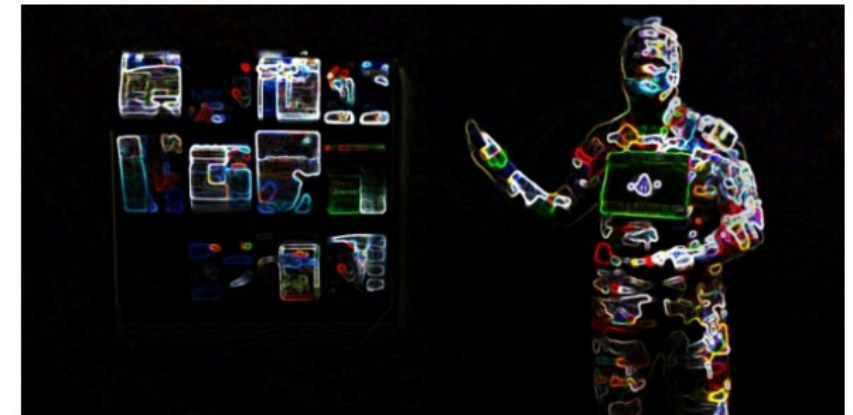
Το Πρόβλημα!

- Να βρεις τρόπο να αναλύσεις (σε πραγματικό χρόνο τις περισσότερες φορές) την πλημμύρα των δεδομένων και της πληροφορίας που παράγουν όλες αυτές οι συσκευές
- Να ανακαλύψεις την γνώση/ουσία μέσα στα Terabytes των δεδομένων
- Για να υπάρχει IoT, υπάρχει ανάγκη για βελτίωση της **ταχύτητας** και της **ακρίβειας** της ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων (**big data**)

SPONSOR CONTENT MARK JAFFE, PRELERT

IOT WON'T WORK WITHOUT ARTIFICIAL INTELLIGENCE

WIRED



Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου

IoT και Μηχ. Μάθηση

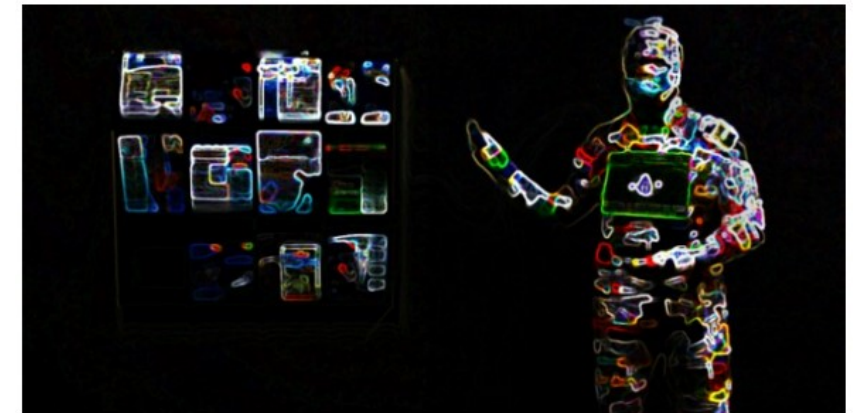
“...take the billions of data points and **boil them down** to what’s really meaningful....”

- ... ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται ώστε να **ανακαλυφθούν μοτίβα (patterns)** ή ομοιότητες που μπορεί η μηχανή να μάθει, έτσι ώστε να παρθούν καλύτερες αποφάσεις στο εξής (σε πραγματικό χρόνο)

SPONSOR CONTENT MARK JAFFE, PRELERT

IoT WON'T WORK WITHOUT ARTIFICIAL INTELLIGENCE

WIRED



Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου

IoT και Μηχ. Μάθηση (Υγεία)

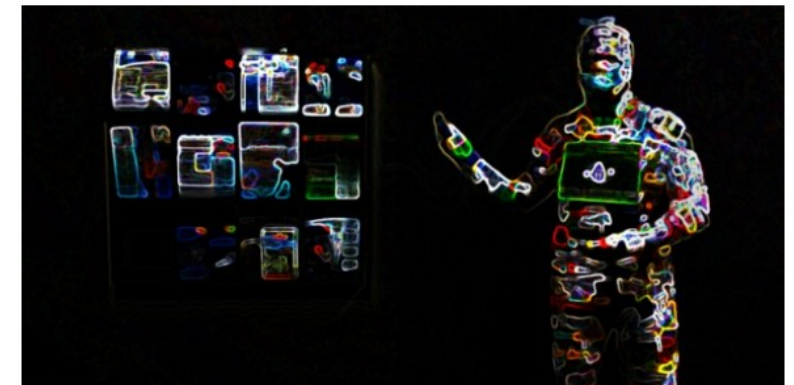
- Ο γιατρός λαμβάνει ειδοποίηση όταν ικανοποιηθεί μια συνθήκη π.χ. οι χτύποι της καρδιάς αυξήθηκαν σε ένα μη ασφαλές επίπεδο ή αν η καρδιά σταμάτησε
- Για να διαγνωστούν πιθανά προβλήματα, τα δεδομένα πρέπει να **αναλυθούν** ως προς το τι είναι φυσιολογικό και τι όχι
- Ομοιότητες, συσχετίσεις, ανωμαλίες (στα δεδομένα) πρέπει να **αναγνωριστούν γρήγορα**, βασιζόμενοι στις ροές δεδομένων πραγματικού χρόνου

«Αποφυγή συγγραφής κώδικα ή κανόνων που είναι χρονοβόρες διαδικασίες, επιρρεπείς σε λάθη, και περιορισμένες στην αναγνώριση μοτίβων που είναι ήδη γνωστά»

SPONSOR CONTENT MARK JAFFE, PRELERT

IoT WON'T WORK WITHOUT ARTIFICIAL INTELLIGENCE

WIRED



Μηχ. Μάθηση και Ανάλυση Δεδομένων Μεγάλου Όγκου

IoT και Μηχ. Μάθηση (Υγεία)

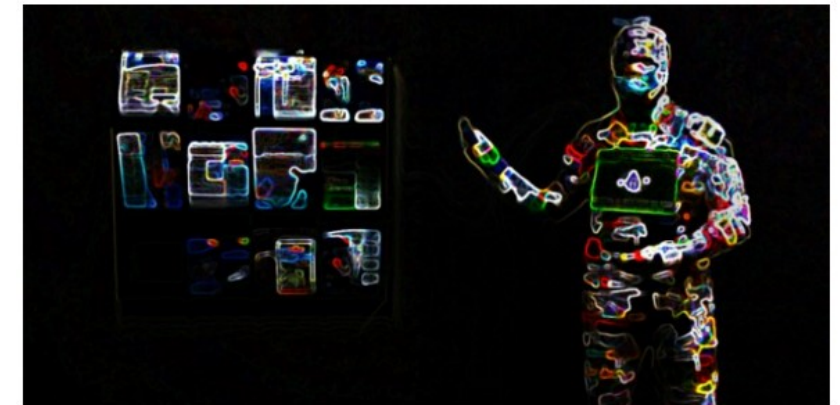
Στόχος:

- Ανάλυση των δεδομένων **ΑΜΕΣΑ**, κατά την συλλογή
- Αναγνώριση με **ΑΚΡΙΒΕΙΑ** μοτίβων που είναι ήδη γνωστά αλλά και νέων που δεν έχουν αναγνωριστεί ως τώρα
- **Μηχ. μάθηση** των κανονικών συμπεριφορών για κάθε ασθενή, **ανακάλυψη και σηματοδότηση** του οτιδήποτε εκτός κανονικότητας που θα μπορούσε να δείχνει ότι αφορά ένα σοβαρό περιστατικό υγείας

SPONSOR CONTENT MARK JAFFE, PRELERT

IoT WON'T WORK WITHOUT ARTIFICIAL INTELLIGENCE

WIRED



Έξυπνοι προσωπικοί βοηθοί/πράκτορες



Έξυπνοι προσωπικοί βοηθοί/πράκτορες

Προσωπικοί Έξυπνοι Βοηθοί (personal intel. Assistances)

...για πραγματική εμπειρία έξυπνου σπιτιού

π.χ. Amazon Echo's Alexa

- Hey Alexa, could you please make sure the oven is preheated before kids reach home?
- Alexa: Sure, I got it.



Έξυπνοι προσωπικοί βοηθοί/πράκτορες

Προσωπικοί Έξυπνοι Βοηθοί

Η Alexa (μετά την εντολή):

- ✓ Εντοπίζει την τοποθεσία των παιδιών μέσω του έξυπνου βραχιολιού που φοράνε (gps)
- ✓ Υπολογίζει τον χρόνο άφιξης στο σπίτι
- ✓ Στέλνει μήνυμα στον συνδεδεμένο (με 6LoWPAN) φούρνο να ανοίξει
- ✓ Ξεκινά το ζέσταμα καταλλήλως ώστε να είναι το φαγητό ζεστό μόλις έρθουν τα παιδιά σπίτι

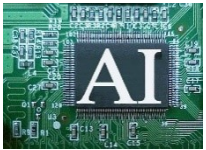
...ένα πραγματικά έξυπνος βοηθός στο σπίτι, που μπορεί να φροντίσει την ασφάλεια, τις συσκευές, κλπ.



Top IoT Τεχνολογίες για το 2017-18 (Gartner)

- **Security**

- **Data:** ασφάλεια, κρυπτογράφηση, ασφαλή μετάδοση, κλοπή, αλλοίωση), εμπιστοσύνη (trust in data)
- **Things:** μίμηση (impersonation), κατανάλωση ενέργειας (denial-of-sleep attacks designed to drain the batteries of devices), εμπιστοσύνη (trust in entities)



Analytics: για την κατανόηση της συμπεριφοράς των πελατών, της βελτίωσης των προϊόντων, της παροχής αποτελεσματικής πληροφορίας στη λήψη αποφάσεων

- **Device Management:** συνεχής παρατήρηση για καλή και σωστή λειτουργία, αναβάθμιση, κλπ
- **Low Power IoT Networks:** δίκτυα αισθητήρων/ενεργοποιητών χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας

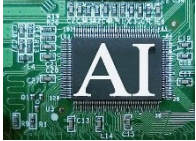
Πηγή: <http://formtek.com/blog/internet-of-things-iot-top-ten-technologies-most-impacting-iot-in-the-next-two-years/>

Top IoT Τεχνολογίες για το 2017-18 (Gartner)

- **Processors:** Επεξεργαστές συσκευών με καλύτερες δυνατότητες ασφάλειας, κρυπτογράφησης, κατανάλωσης ενέργειας, αναβάθμισης firmware
- **Operating Systems:** νέα λειτουργικά συστήματα για μικρές συσκευές, ειδικά σχεδιασμένα για IoT

 **Event Stream Processing:** ανάλυση τεράστιου όγκου δεδομένων ροής σε πραγματικό χρόνο, απαιτούν πλατφόρμες κατανεμημένου υπολογισμού και συλλογιστικής δεδομένων ροών

- **Platforms:** υποδομές IoT 'πακεταρισμένες' σε πλατφόρμες

 **Standards και Ecosystems:** λύσεις διαλειτουργικότητας και διαεπικοινωνίας IoT συσκευών, πρότυπα, τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού

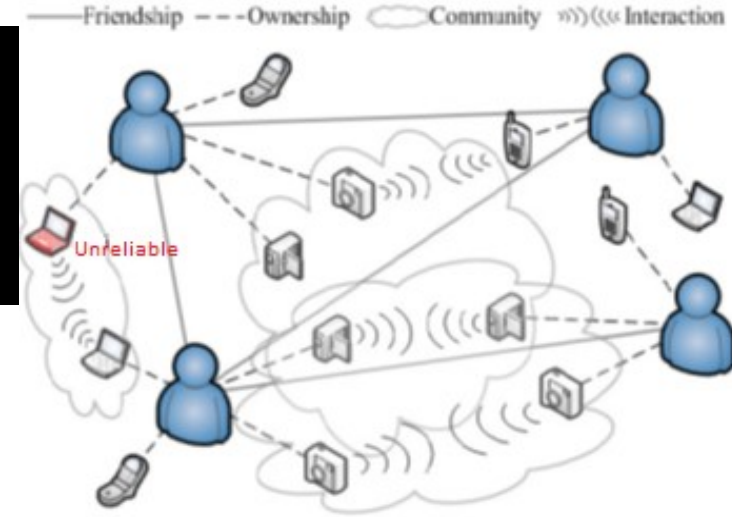
Πηγή: <http://formtek.com/blog/internet-of-things-iot-top-ten-technologies-most-impacting-iot-in-the-next-two-years/>

Ερευνητικά ενδιαφέροντα...

Σημασιολικά ορισμένη/ενεργοποιημένη

IoT Trust (εμπιστοσύνη) για

- ... αυτόματη ανάπτυξη IoT οντοτήτων σε ετερογ. περιβάλλοντα:
 - Υπολογισμός της εμπιστοσύνης μεταξύ των IoT οντοτήτων, με βάση
 - A. Κοινωνικές σχέσεις των χρηστών/ιδιοκτητών τους π.χ. ποιος λειτουργεί τη συσκευή/εφαρμογή, σε ποιον ανήκει, ποιος είναι φίλος με ποιον κλπ.)
 - B. Ικανότητα μιας συσκευής/εφαρμογής να λειτουργεί αξιόπιστα σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές ή άλλες συνθήκες (context)
- ...επιλογή και χρήση ροών IoT δεδομένων:
 - Υπολογισμός της εμπιστοσύνης των ροών, με βάση
 - A. Την αξιοπιστία των δεδομένων που μεταδίδουν (ποιότητα δεδομένων)
 - B. Κοινωνικές παραμέτρους (π.χ. σε ποιον ανήκει η ροή, πόσο συχνά χρησιμοποιείται, ποιος την χρησιμοποιεί και για ποιο σκοπό, κλπ.)



Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συναντά την ΤΝ: Τεχνολογίες, Εφαρμογές και Τάσεις

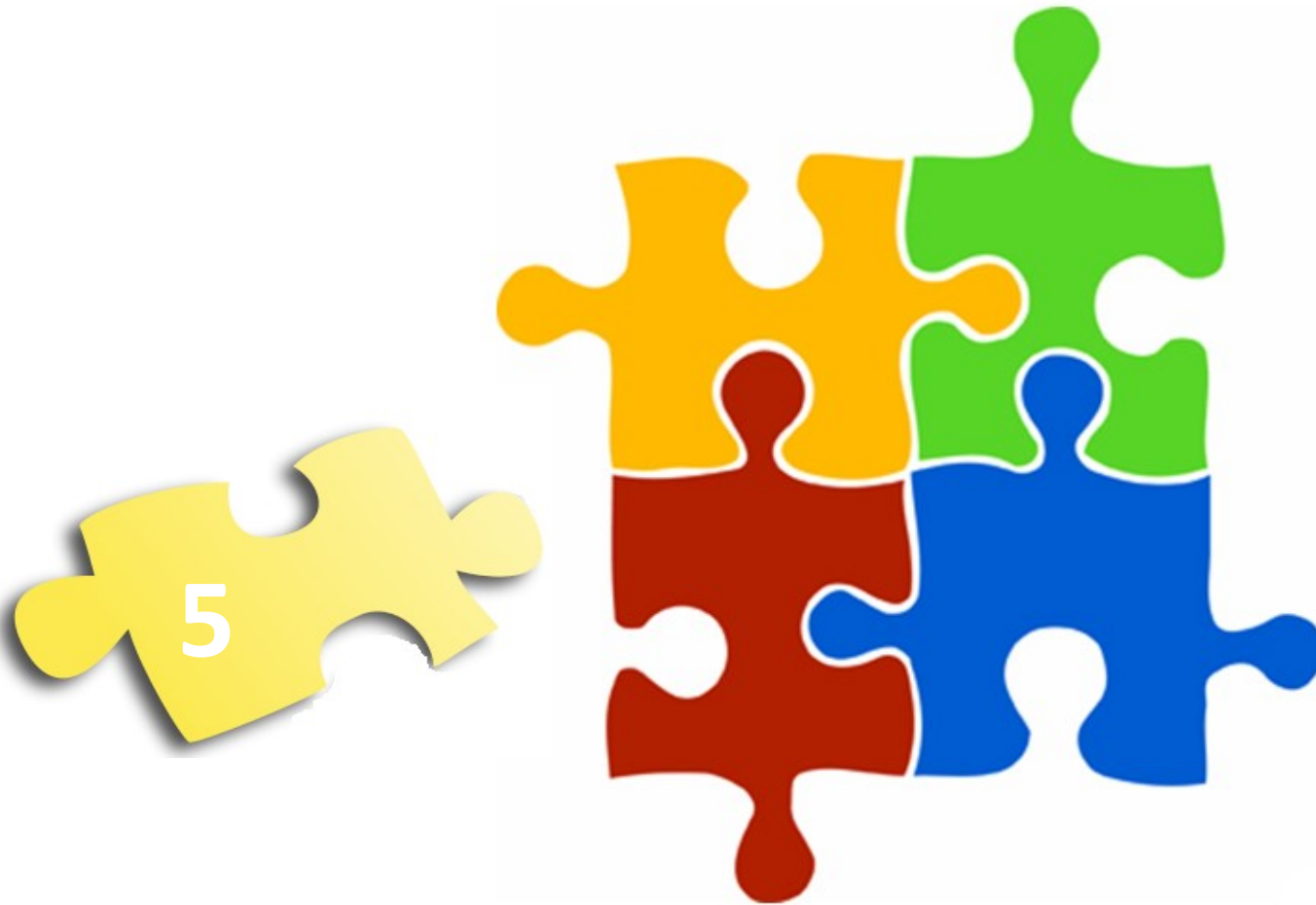
<http://ai-group.ds.unipi.gr/kotis/talks>

Σας ευχαριστώ!



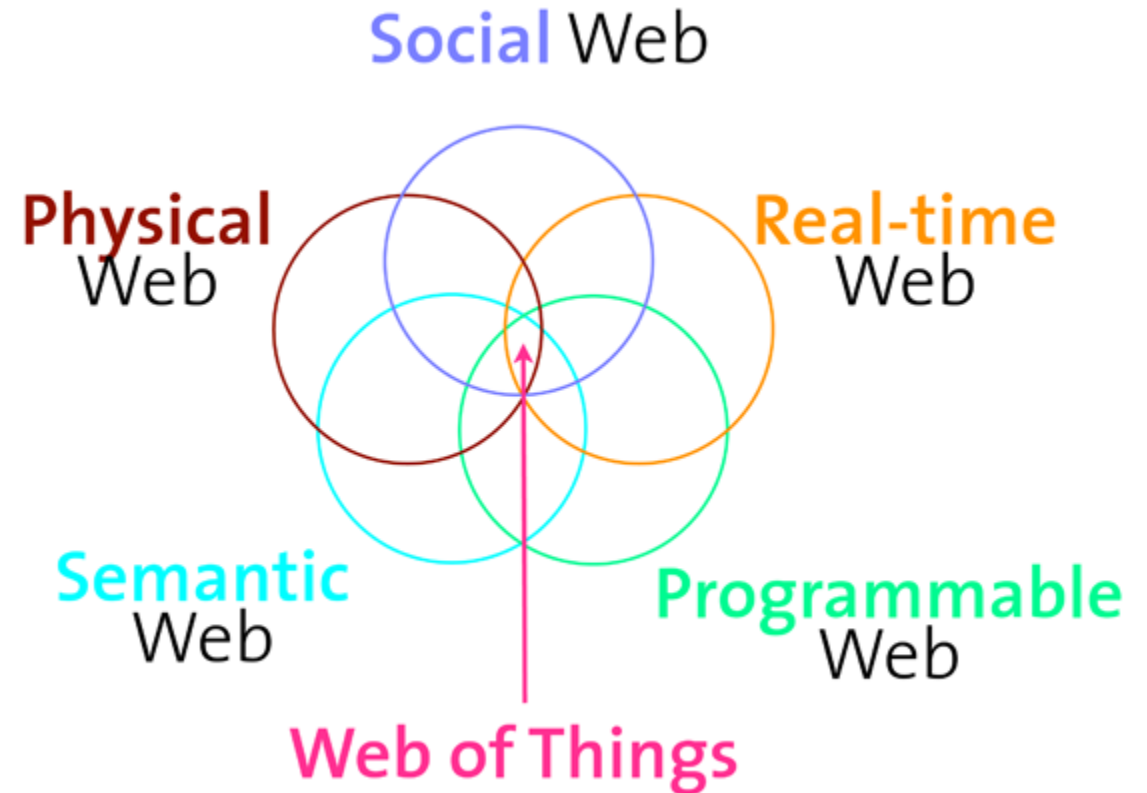
kotis@aegean.gr, kotis@samos.gr

Ο Ιστός των Πραγμάτων



Ο Ιστός των Πραγμάτων

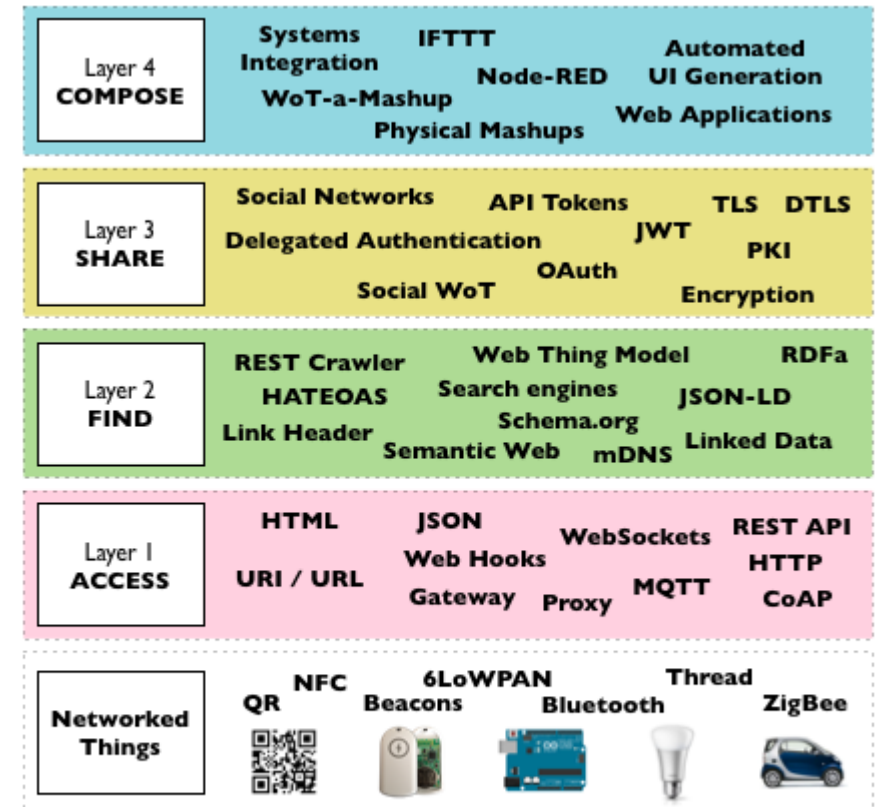
- Ενοποίηση των δεδομένων του πραγματικού κόσμου με τον Ιστό,
- Παροχή αλληλεπίδρασης με τους IoT πόρους μέσω του Ιστού,
- Μεγάλης κλίμακας, συνεχές, με μεγάλη εξάρτηση σε χώρο-χρονικά δεδομένα



Ο Ιστός των Πραγμάτων

Επαναχρησιμοποιεί υπάρχοντα και πολύ γνωστά (διαδεδομένα) πρότυπα:

- programmable Web (e.g., [REST](#), [HTTP](#), [JSON](#)),
- semantic Web (e.g., [JSON-LD](#), [Microdata](#), etc.),
- real-time Web (e.g., [Websockets](#))
- social Web (e.g., [oauth](#) or social networks).^[6]



Source: Building the Web of Things: book.webofthings.io
Creative Commons Attribution 4.0

Ο Ιστός των Πραγμάτων

- Σύνδεση αισθητήρων, ενεργοποιητών και άλλων συσκευών στον Ιστό
 - Τα δεδομένα των πραγμάτων και οι δυνατότητές τους παρέχονται ως **web data/services**.
- Δίνει δυνατότητα για διαλειτουργική χρήση των IoT πόρων (π.χ. αισθητήρων) ενεργοποιώντας web-based ανακάλυψη, πρόσβαση, tasking, και προειδοποίηση

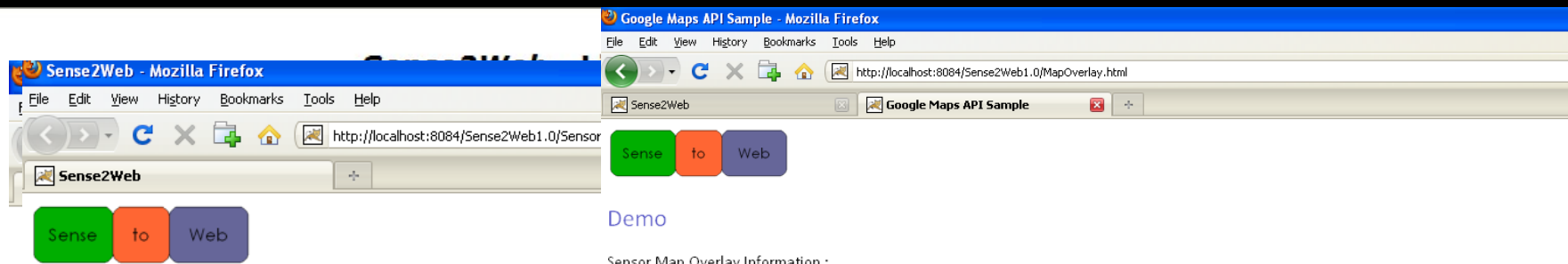
Βασικότερες τεχνολογίες

- RDF data model (describing resources on the web) LOD
- URIs (Naming things)
- HTTP Rest

Π.χ. GET <http://<domain>:<port>/generic-nodes/1/sensors/temperature>

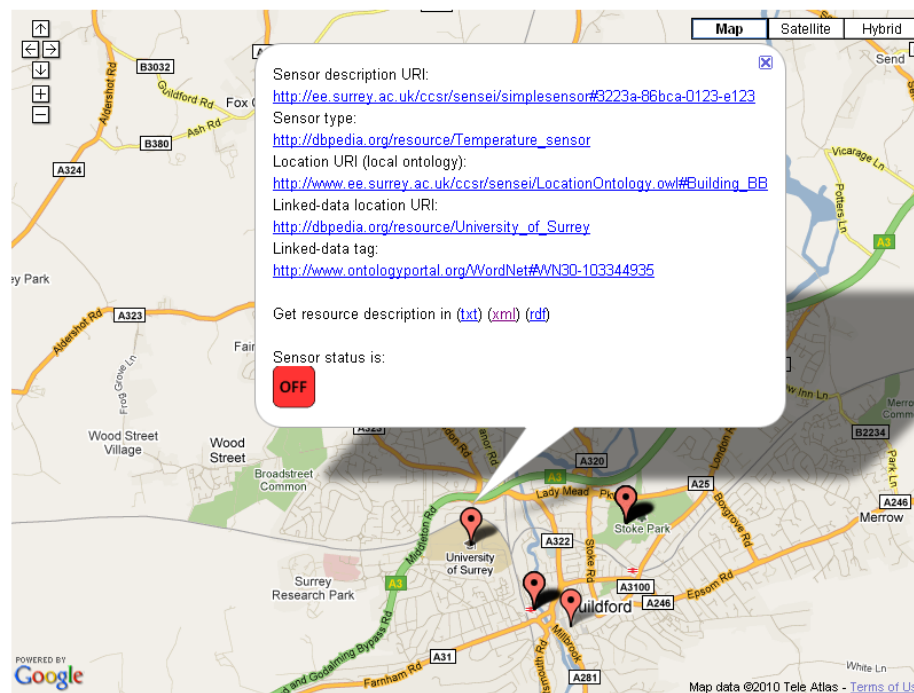


Ο Ιστός των Πραγμάτων - Παράδειγμα



Sensor Registration Page

Sensor Name:	TeloSBSensorTS1	
Sensor ID:	3223a-86bca-0123-e123	
Sensor Type:	temperature	
	Temperature sensor@en http://dbpedia.org/resource/Temperature_sensor	
Sensor Location:	CCSR	
	CCSR http://www.ee.surrey.ac.uk/infocentre/locations/ccsr/	
Sensor Location from Linked-data:	Guildford	Any Place
	Guildford@en http://dbpedia.org/resource/Guildford Guildford@en http://dbpedia.org/resource/Guildford Guildford@de http://dbpedia.org/resource/Guildford Guildford@es http://dbpedia.org/resource/Guildford Guildford@fi http://dbpedia.org/resource/Guildford Guildford@fr http://dbpedia.org/resource/Guildford Guildford (Surrey) railway station@en http://dbpedia.org/resource/Guildford Guildford@it http://dbpedia.org/resource/Guildford Compton, Guildford@en http://dbpedia.org/resource/Compton, Guildford Guildford@nn http://dbpedia.org/resource/Guildford Old Guildford, New South Wales@en http://dbpedia.org/resource/Old Guildford, New South Wales	
SOS link:		
Sensor description file (RDF/OWL):		Browse...



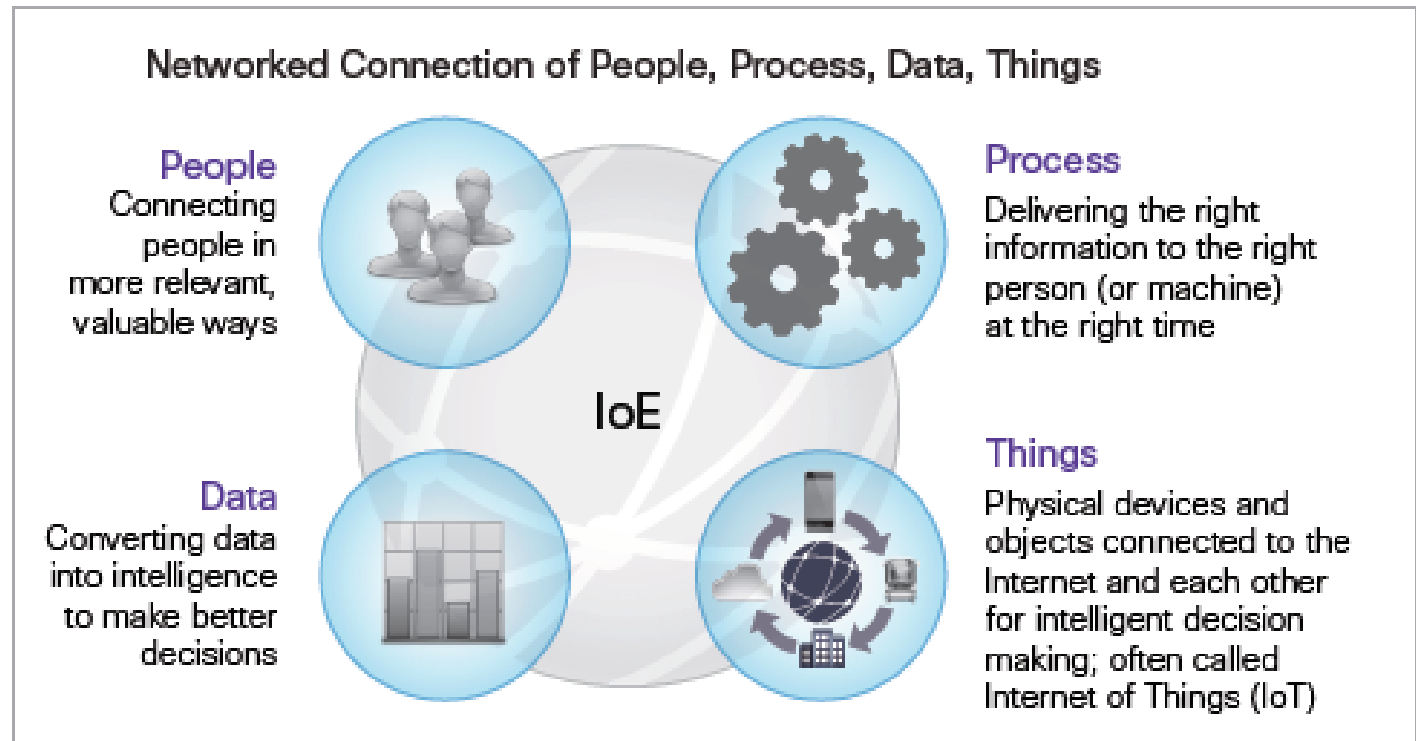
HumanSensor
Sensor#123
FX-GD-67
PMB-123
sdfsdf56765
ABC-test-SDB1
TeloSBSensorTS1

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συναντά την ΤΝ: Τεχνολογίες, Εφαρμογές και Τάσεις



Μέλλον ή Παρόν;

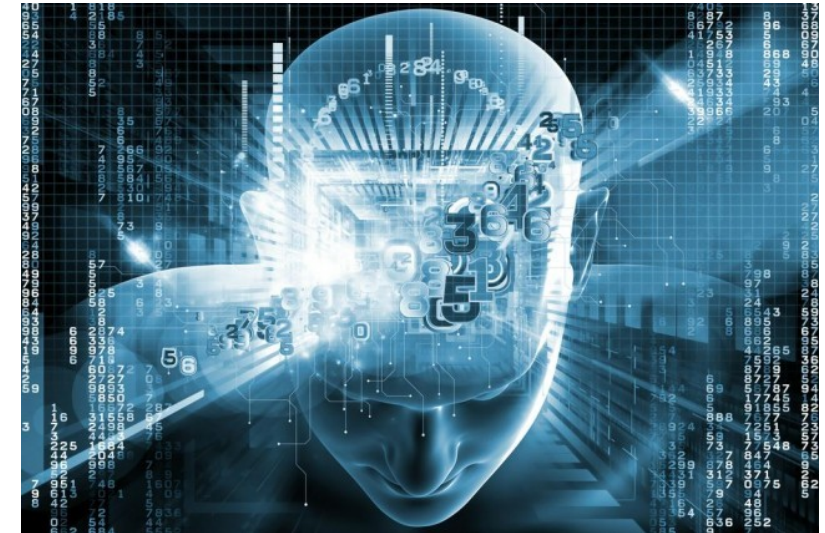
- A Web of People, Process, Data and Things
- Web of Everything



Forbes: Ατυχείς Προβλέψεις;

Μήπως αυτά που σήμερα σκεφτόμαστε για το IoT είναι λάθος;

- Τα έσοδα από τα Big Data Analytics για IoT Λογισμό θα ανέβουν σημαντικά, φτάνοντας τα \$81 δισεκατ. το 2022 (πηγή: **Strategy Analytics**)
- Οι Έξυπνες Πόλεις θα χρησιμοποιούν 1.6 δισεκατ. Διασυνδεδεμένα πράγματα το 2016 (πηγή: **Gartner**)
- Μέχρι το 2025 το IoT θα δώσει \$1.6 τρισεκατ. σε ευκαιρίες στο τομέα της Υγείας (πηγή: **McKinsey**)
- 50 δισεκατ. (+) διασυνδεδεμένων συσκευών θα υπάρχουν μέχρι το 2020 (πηγή: **Cisco**)
- Τα δεδομένα που παράγονται από τις IoT συνδεδεμένες συσκευές devices θα φτάσουν τα 1.6 zettabytes το 2020 (πηγή: **ABI Research**)
- Υπάρχουν 10 μεγάλες φατρίες που πολεμούν να γίνουν ΤΟ διαλειτουργικό πρότυπο για το IOT



Αριθμοί... Αριθμοί.... Αριθμοί.....

Forbes: Ατυχείς Προβλέψεις;

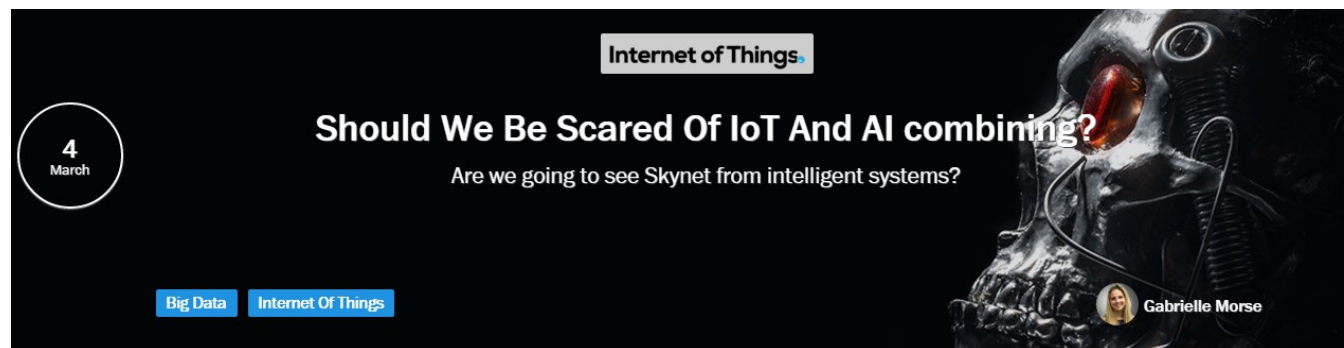
- Αν αυτές οι προβλέψεις ισχύσουν, οι σημερινές λύσεις για **analytics** και **ontology-based data access/integration** δεν είναι επαρκείς (λόγω του όγκου των δεδομένων)
- Όλες οι τεχνολογικές λύσεις για IoT στο άμεσο μέλλον θα απαιτούν μεγαλύτερες δυνατότητες τεχνολ. Τεχνητής Νοημοσύνης
- SAP, Oracle, IBM, Cisco και όλες οι υπόλοιπες που έχουν μια πλατφόρμα για analytics, θα πρέπει να επενδύσουν στην έρευνα για TN
- ... να αποκτήσουν τελικά λύσεις βασισμένες σε μεθόδους πέρα από την ως σήμερα γνωστή Μηχ. Μάθηση και τεχν. Σημασιολογικού Ιστού

SAP, Oracle, IBM, Cisco **VS** FB, Google, Apple

- Οι γνωστοί μεγάλοι 'παίκτες' (SAP, Oracle, IBM, Cisco) είναι ήδη ξεπερασμένοι από εταιρίες βασισμένες στον καταναλωτή (Apple, Google και Facebook).
- Αναμένεται ότι μια από αυτές (ή κάποια άλλη με έμφαση στον καταναλωτικό κόσμο) θα φέρει την πραγματική αλλαγή (ανακάλυψη) στο χώρο της TN (και ίσως όχι ο ακαδημαϊκός κόσμος ή οι επιστήμες).
- Η **Facebook** ανακοίνωσε πρόσφατα ότι το **Parse project**, (η δικιά της προσπάθεια για τον κόσμο του IoT), έχει επεκταθεί με νέα SDKs για τους κατασκευαστές της σιλικόνης όπως οι Broadcom, Intel, Texas Instruments, και Atmel.
- Με το Facebook να σκοπεύει να διοχετεύσει την αλληλεπίδραση των δεδομένων μεταξύ συσκευών και συσκευών με ανθρώπους, **επεκτείνεται η ποσότητα των δεδομένων** που διατίθενται για οποιαδήποτε έργο TN για χρήση στη **κατανόηση των προτύπων συμπεριφοράς** και τελικά στην διακυβέρνηση και έλεγχο του IoT.
- Καθώς οι Cisco, Samsung, IBM, Honeywell και Intel πολεμούν για να αποκτήσουν τα **δικαιώματα στα πρότυπα διαλειτουργικότητας**, εταιρίες όπως η Facebook σιωπηλά αυξάνουν τις δυνατότητές τους σε άλλες κατευθύνσεις, προς **ένα μέλλον που καθοδηγείται από την TN**.

Θα έπρεπε να φοβόμαστε τον συνδυασμό AI και IoT?

- Οι άνθρωποι συνήθως πιστεύουν ότι αφορά μια κατάσταση Skynet...
- Ταινίες Terminator, όπου η TN και τα ρομπότ έχουν καταλάβει και καταστρέψει την ανθρώπινη φυλή
- Η ταινία του 2014 'Her' του Spike Jonze, για κάποιον που ερωτεύεται ένα λειτουργικό σύστημα!!!



Η τεχνολογία δεν είναι καινούργια...

- Κάθε φορά που ‘μπαίνεις’ στο **Amazon**, τα προϊόντα που πιθανόν να σε ενδιαφέρουν εμφανίζονται αυτόματα μέσω της **Μηχ. Μάθησης**. Χρησιμοποιεί τα δεδομένα που παράγεις (από αυτά που αναζητείς) και απλά βάζει το αποτέλεσμα της ανάλυσης στην σελίδα που κοιτάς...
- Λίγοι είναι εκείνοι που πιστεύουν ότι μια τεχνολογία όπως αυτή θα καταστρέψει τον κόσμο ή ότι θα βάλει τα ρομπότ να μας σκοτώσουν...
- Η αλήθεια είναι ότι η ‘Νοημοσύνη’ δεν αποτελεί αυτό που προβλέπουν οι ταινίες επιστημονικής φαντασίας.
- Ο μόνος τρόπος να κατασκευαστεί κάτι που θα ερωτευτούν οι άνθρωποι ή θα τους σκοτώσει είναι αν το σχεδιάσουν οι ίδιοι οι άνθρωποι να το κάνει...

Η τεχνολογία είναι ασφαλής (;)

- Θα δούμε ρομπότ-δολοφόνους να κυνηγούν ανθρώπους στο δρόμο;
- Αυτό που βλέπου προς **ΤΟ ΠΑΡΟΝ** (!!!) είναι η συλλογή τεράστιας ποσότητας δεδομένων σε ένα κοινό χώρο αποθήκευσης, στο Διαδίκτυο.
- Αυτή η διασυνδεδεμένη ανοικτή ΒΔ, συνδυασμένη με Μηχ. Γνώση και τεχν. Σημασιολογικού Ιστού, μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα σύστημα που θα μας δώσει την δυνατότητα και την ισχύ να αναλύσουμε ενοποιημένη πληροφορία και να κάνουμε αλλαγές ώστε να βελτιστοποιήσουμε διάφορες πτυχές της.
- Στο **ΜΕΛΛΟΝ** όμως, ποιος γνωρίζει;;; **Πιθανά σενάρια**: Χάκερς 'παίρνουν' τον έλεγχο IoT-διασυνδεδεμένων αυτοκινήτων ή drones, ξεκλειδώνουν IoT-ενεργοποιημένων κλειδαριών ασφαλείας, ανατινάζουν IoT-ελεγχόμενους πυρηνικούς αντιδραστήρες, κλπ.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων συναντά την ΤΝ: Τεχνολογίες, Εφαρμογές και Τάσεις

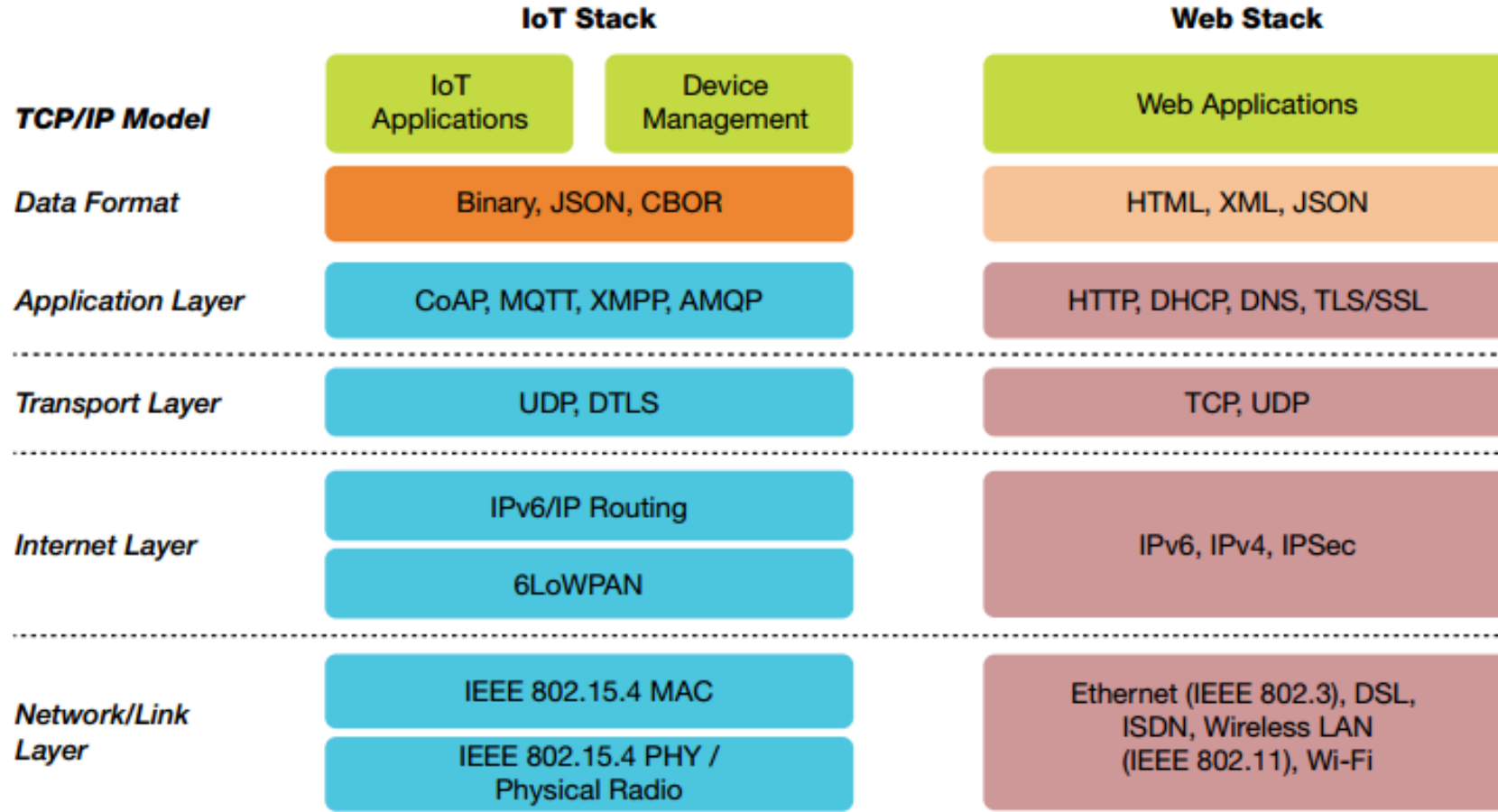
- ΤΕΛΟΣ!



Data integration (AMINESS)

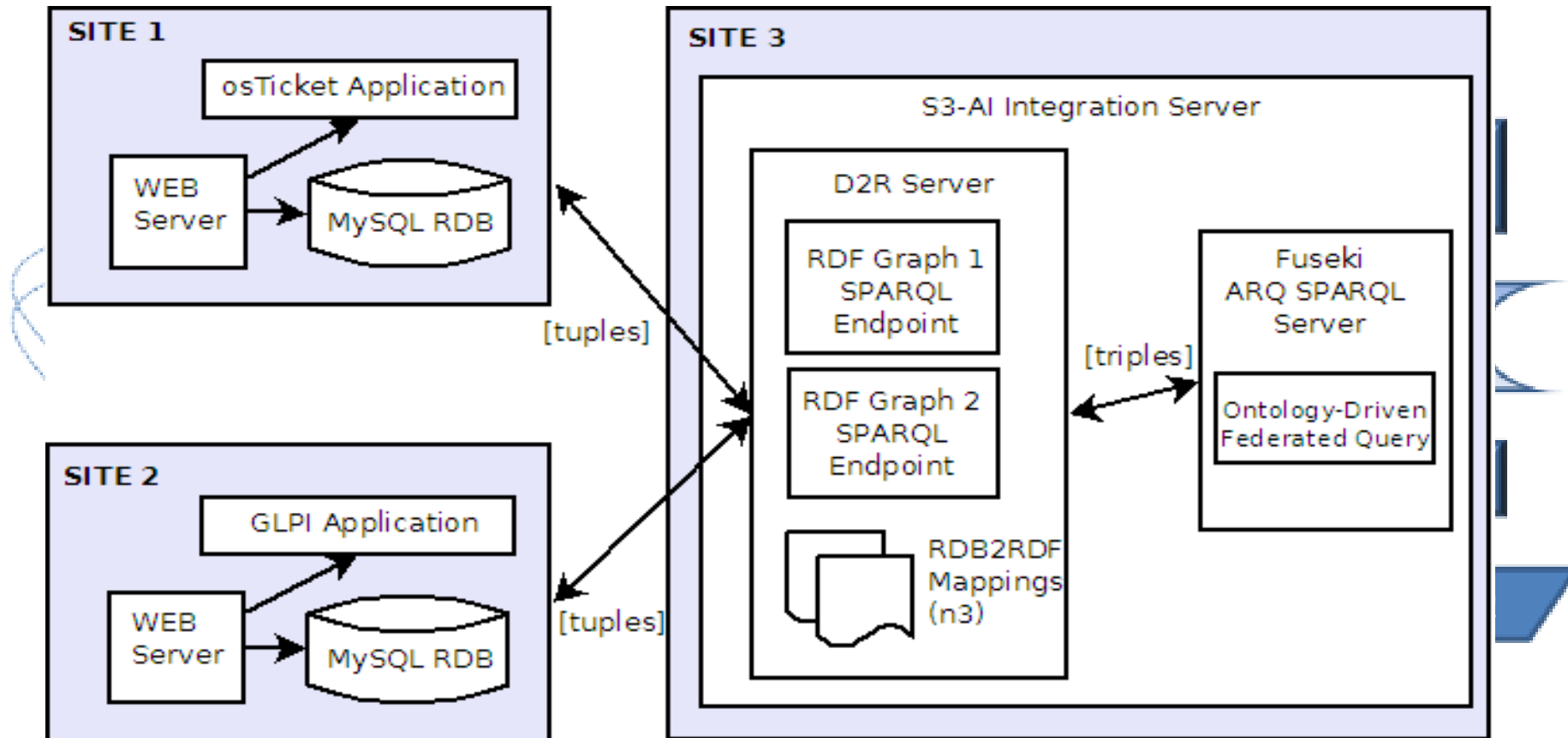
- Data integration in this architecture concerns:
 - a) the transformation of data from different sources to common formats,
e.g. `SELECT 'POINT(' || lon || ' ' || lat || ')' as wkt, lon, lat
FROM R1 → :SpObj{lat}_{lon} a :SpatialObject ;
geosparql:Geometry {wkt}`
e.g. `SELECT to_timestamp(t1) AT TIME ZONE 'UTC' as dt1,
to_timestamp(t2) AT TIME ZONE 'UTC' as dt2, lon, lat, flag,
speed, heading, mmsi FROM critical_points_3months →
point{lat}_{lon}_{t1}_{t2}_{flag} a :CriticalPoint ; :startedAt
{dt1} ; :endedAt {dt2}.`

Διασυνδεσιμότητα & Επικοινωνία Πραγμάτων



S3-AI (PREMARPOL, osTicketing)

- Semantic Application Integration via Single-Site Opening (S3-AI)

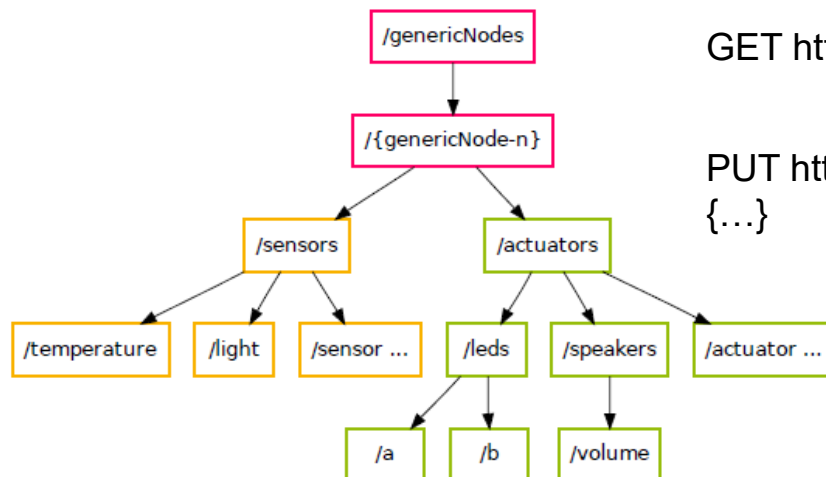


REST requests

REST: "Representational state transfer"

RESTful: stateless, the server does not have to keep the history of past requests to process and answer a request.

- GET is used to retrieve the representation of a resource.
- POST creates a new resource (includes payload).
- PUT is used to update the state of an existing resource or to create a resource by providing its identifier (includes payload).
- DELETE is used to remove a resource.



GET `http://<domain>:<port>/generic-nodes/1/sensors/temperature`

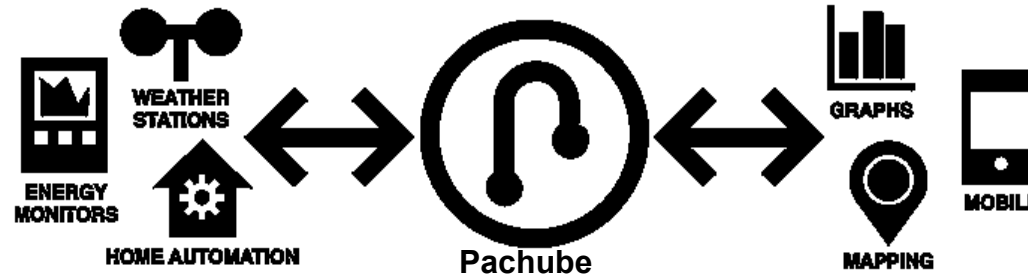
PUT `http://<domain>:<port>/generic-nodes/1/sensors/temperature/value
{...}`

REST responses and payloads

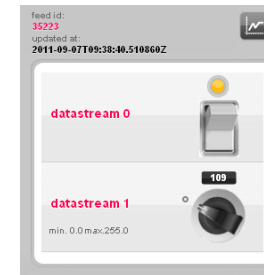
- JSON (easiest to process from JavaScript, i.e. in client Web apps)
- XML
- CSV
- RDF

```
{ "resource":  
  { "name": "Temperature",  
    "content":  
      { "name": "Current Temperature",  
        "description": "Ambient Temperature",  
        "value": 24.0,  
        "unit": "celsius"  
      }  
    }  
  }
```

Pachube.com

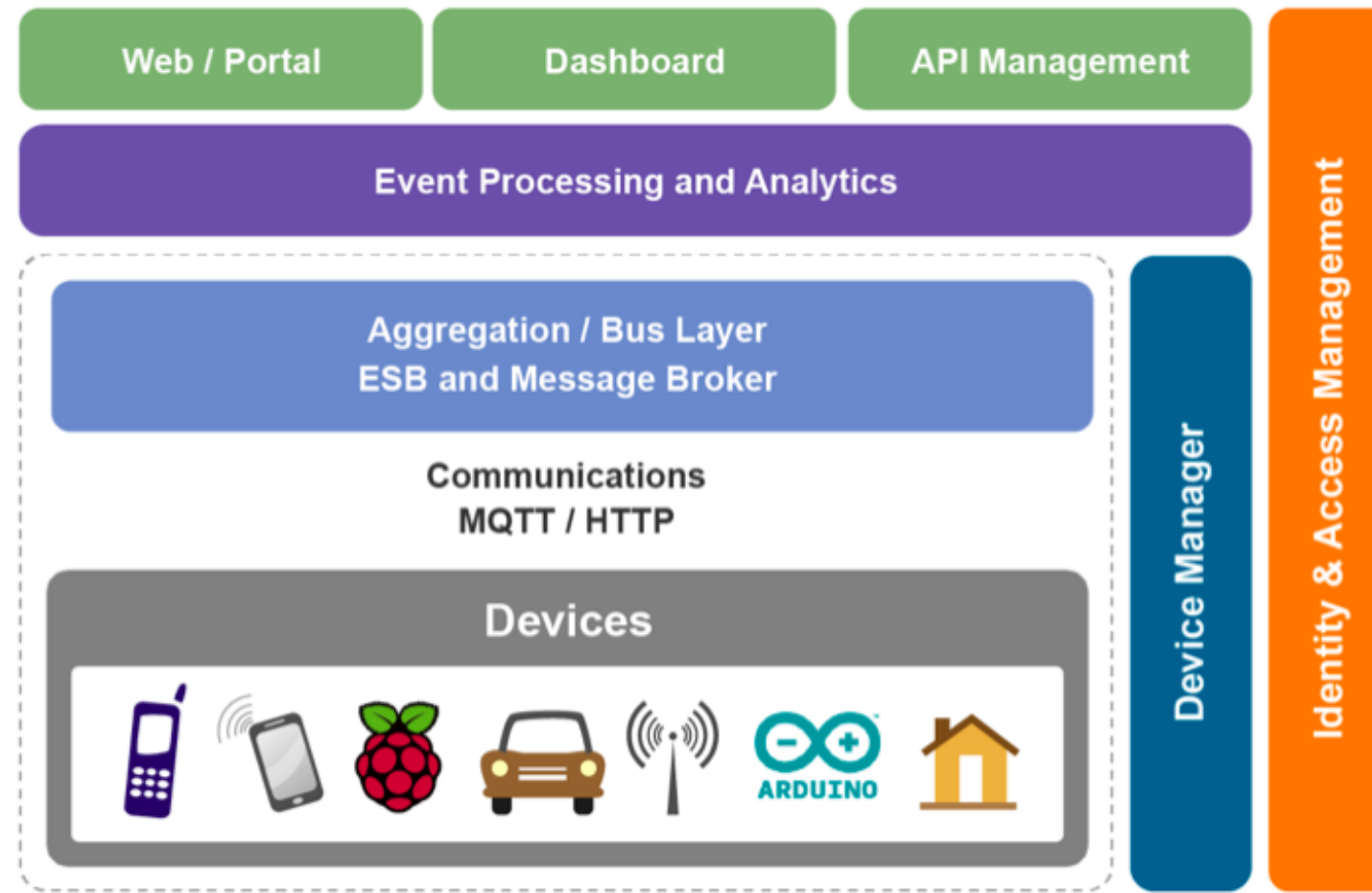


- Send your data to Pachube Cloud DB over simple REST API
- Access the data from other components of your application
 - Request:** GET <http://api.pachube.com/v2/feeds/1977/datastreams/1>
 - Response:** { "current_value":"100", "max_value":"10000.0", "at":"2010-07-02T10:16:19.270708Z", "min_value":"-10.0", "tags":["humidity"], "id":"1" }
- Utilize reusable Web widgets,
 - E.g. for visualization of data-streams
 - E.g. for wrapping user input as data-stream(s)
- Utilize other reusable components
 - E.g. for representing user's skype, etc. online / offline status as a datastream



Αρχιτεκτονική Αναφοράς (IoT-A)

IoT Reference Architecture



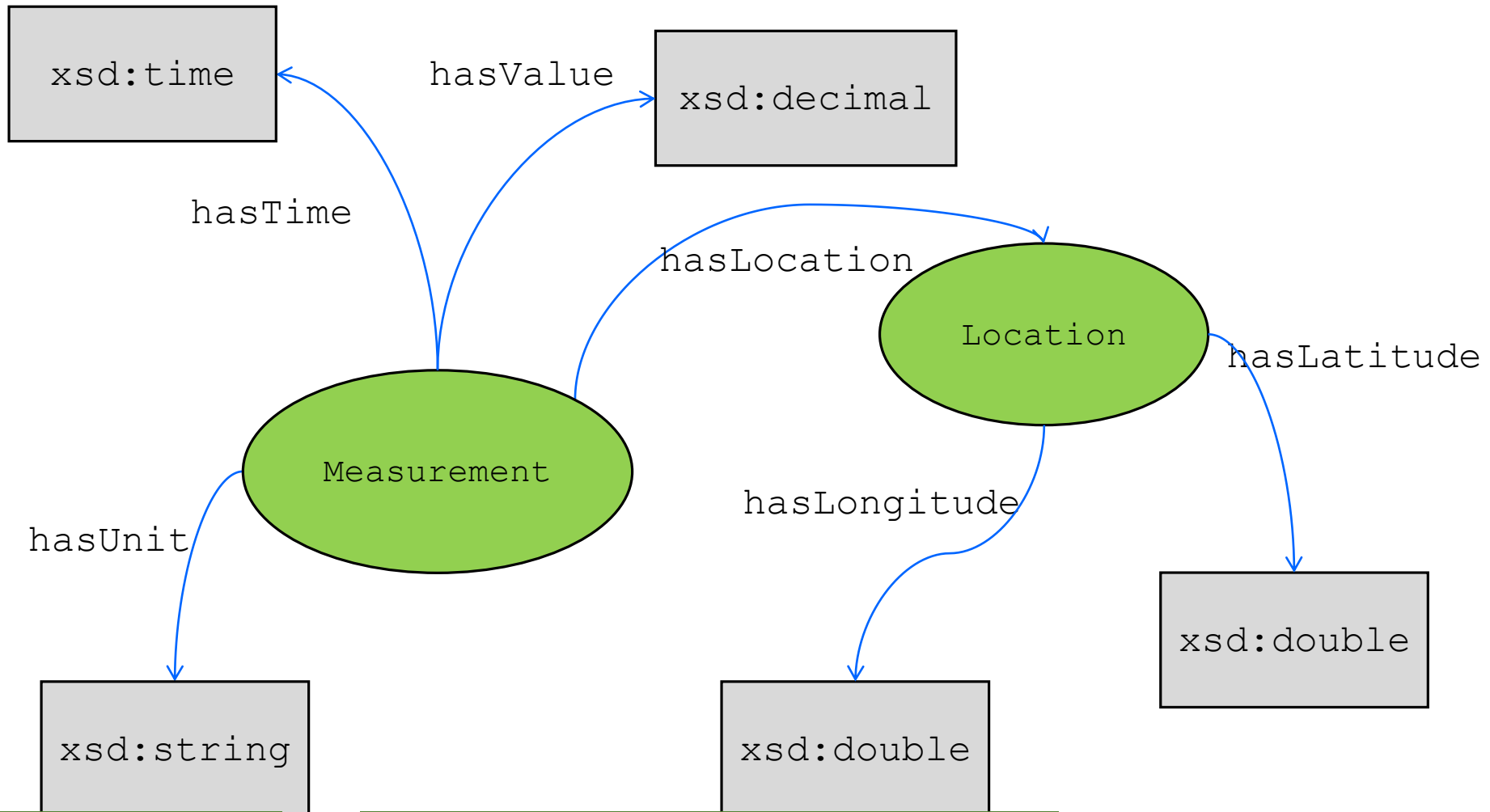
Μοντέρνες αρχιτεκτονικές:

- + data visualization
- + tools/APIs for integration with 3rd party tools or systems
- + security/privacy
- + self-X ιδιότητες (π.χ. self-healing)
- + semantic data management tools (data annotation, access, integration, reasoning)

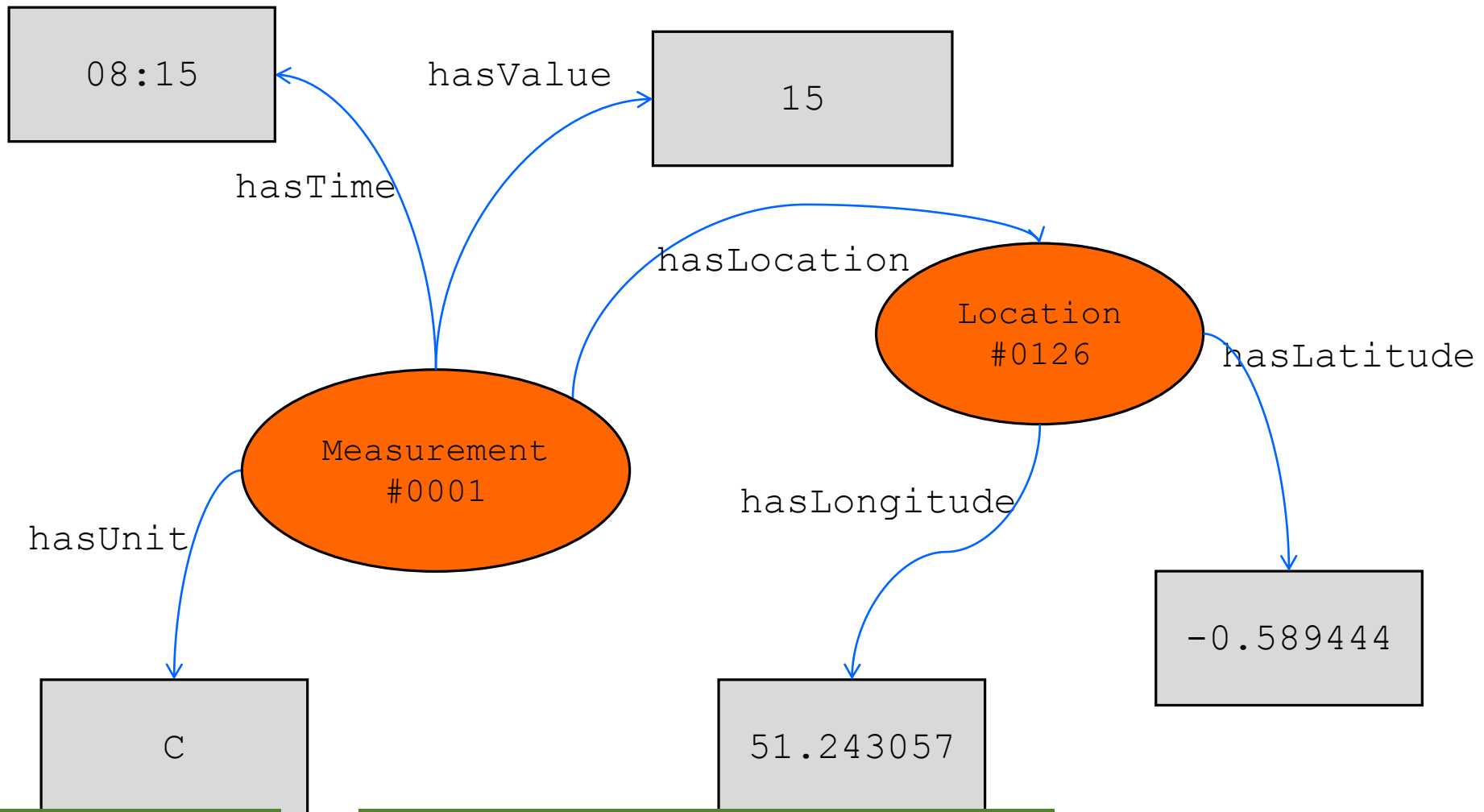
RDF/XML

```
<rdf:RDF>
  <rdf:Description rdf:about="Measurment#0001">
    <hasValue>15</hasValue>
    <hasUnit>C</hasUnit>
    <hasTime>08:15</hasTime>
    <hasLongitude>51.243057</hasLongitude>
    <hasLatitude>-0.589444</hasLatitude>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Let's add a bit more structure (complexity?)



An instance of our model



Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα

Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού

- RDF data model
- Οντολογίες (RDFS, OWL, SWRL, AlignmentAPI, Reasoners...)
- OBDA frameworks
- Η εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών στο IoT μπορεί να υποστηρίξει την:
 - Διαλειτουργικότητα (Interoperability)
 - IoT οντοτήτων (συσκευών, εφαρμογών, αισθητήρων,...),
 - IoT εργαλείων/δομικών στοιχείων,
 - IoT συστημάτων (SoS)
 - Σημασιολογική Διαλειτουργικότητα
 - Διαλειτουργικότητα όλων των παραπάνω που έχουν ήδη περιγραφτεί/συσχετιστεί/σχολιαστεί με κάποιας μορφής σημασιολογία/μετα-δεδομένα (π.χ. οντολογίες)