



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet elektrotehnike i**  
**računarstva**

# Inovacije u području Interneta Stvari

Mario Kušek

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet elektrotehnike i računarstva



**InnoSoc**

Innovative ICT Solutions  
for the Societal Challenges

- ◆ Internet stvari (*Internet of Things*, IoT)
  - definicija, područja primjene
  
- ◆ Istraživački projekti i primjene
  - M2M (Machine to Machine) Communication
    - istraživački projekt s tvrtkom Ericsson Nikola Tesla
  - Energy Efficient M2M Device Communication
  - Primjena platforme otvorenog kôda OpenIoT
    - razvijena tijekom FP7 projekta OpenIoT
  - H2020 projekt symbloTe
    - interoperabilnost platformi za Internet stvari
  
- ◆ Laboratorij za Internet stvari

**Internet Connected Object (ICO)**



- ◆ Objekt iz fizičkog svijeta (fizički objekt ili stvar, npr. senzori i aktuatori) ili virtualnog digitalnog svijeta (virtualni objekt)
- ◆ *Internet Connected Object (ICO)*
  - ima jedinstveni identifikator i povezan je na Internet, time postaje umreženi objekt/stvar/uređaj
  - komunicira i kontinuirano generira podatke
  - može primiti podatke iz mreže i naredbe za konfiguraciju
  - može izvršiti određene aktivnosti – aktuator (električki ili mehanički, npr. paljenje/gašenje svjetla, kretanje autonomnog vozila itd.)
  - može primiti podatke od drugih ICO, obrađivati ih i slati dalje na obradu u računalni oblak

ITU-T Recommendation Y.2060, 06/2012:

- ◆ *A global infrastructure for the information society, enabling **advanced services by interconnecting (physical and virtual) Things** based on, existing and evolving, interoperable information and communication technologies.*
  - *Through the exploitation of identification, data capture, processing and communication capabilities, the IoT makes **full use of things to offer services to all kinds of applications**, whilst ensuring that **security and privacy** requirements are fulfilled.*
  - *In a broad perspective, the IoT can be perceived **as a vision with technological and societal implications**.*

**Smart Home**

- Smart Lighting
- Smart Appliances
- Intrusion Detection
- Smoke/Gas Detectors

**Retail**

- Inventory Management
- Smart Vending Machines
- Smart Payments

**Logistics**

- Fleet Tracking
- Shipment Monitoring
- Remote Vehicle Diagnostics
- Route Generation and Scheduling

**Industry**

- Machine Diagnosis
- Object Tracking and Process Automation

**Agriculture**

- Smart Irrigation
- Crop Monitoring

**Smart City**

- Smart Parking
- Waste Management
- Smart Lighting
- Emergency Response

**Environment**

- Weather Monitoring
- Air Pollution Monitoring
- Noise Pollution Monitoring
- Forest Fire Detection

Za ljubitelje stripa

<http://iotcomicbook.org/original-edition/>



- ◆ Pomoću softverskih platformi (**IoT platforma**) koje integriraju "stvari" i kontinuirano prikupljaju njihove podatke
  - raspodijeljeni sustav velikih razmjera
  - potreba za obradom velike količine podataka (često u stvarnom vremenu)
  - potrebno je objediniti i na jedinstveni način zapisati podatke primljene iz različitih izvora
  - razvijateljima aplikacija su potrebne usluge za pronalaženje odgovarajućih stvari/senzora za razvoj aplikacija te jednostavan pristup senzorskim podacima (izvorni ili već obrađeni agregirani podaci, npr. srednja satna koncentracija plina CO izmjerena na lokaciji Miramarska cesta)

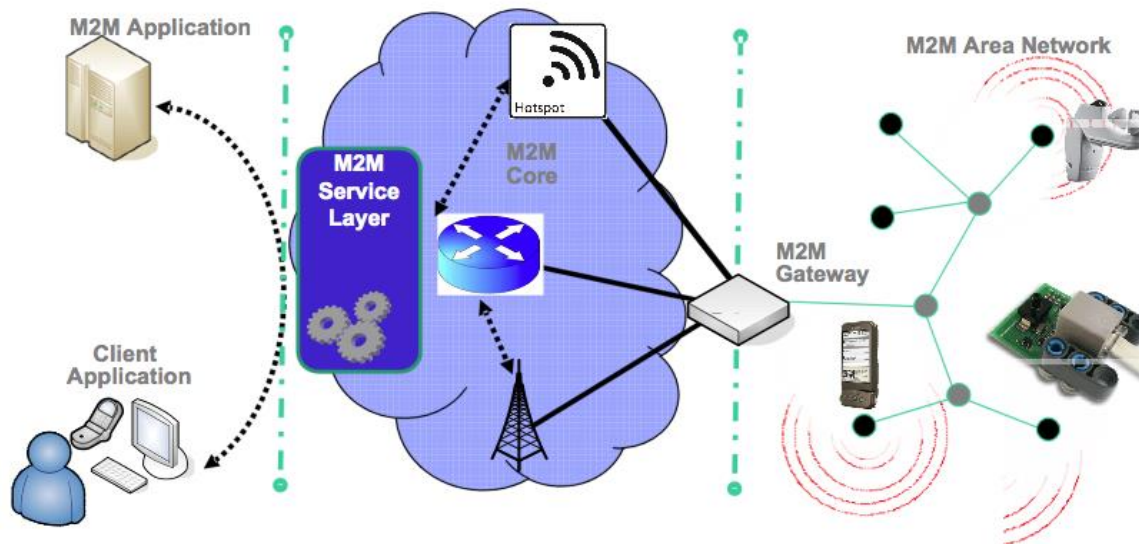
- ◆ Heterogeni uređaji i izvorni podataka, različiti protokoli
  - potrebno je osigurati interoperabilnost, uniforman pristup svim podacima
- ◆ Kontinuirano se generira velika količina podataka (*Big Data*) s obzirom na veliki broj izvora podataka
  - potreba za skalabilnom obradom i filtriranjem podataka u stvarnom vremenu
- ◆ Veliki broj uređaja koje je potrebno održavati
  - omogućiti pronalaženje uređaja, jednostavno povezivanje novih uređaja na Internet i samokonfiguracija stvari u "pametne okoline"
- ◆ Sigurnost i privatnost
  - veliki izazov za komercijalna rješenja, sigurnosni problemi u fizičkoj domeni (potencijalno mogu ugroziti ljudski život)
- ◆ Implementacija različitih poslovnih modela, modeli naplate
  - u inicijalnoj fazi, više na nivou ideje nego implementacije



- ◆ Dinamične i prilagodljive aplikacije u skladu s kontekstom korisnika
- ◆ Fragmentacija tržišta
  - nova mobilna aplikacija za svaku umreženu stvar ili pametnu okolinu
- ◆ Integracija različitih vertikalnih rješenja u jedinstvenu IoT platformu
  - danas su na raspolaganju pretežno izolirana rješenja jednog ponuđača usluge u području IoT koji postavlja i integrira infrastrukturu u „pametnoj okolini” i nudi korisniku mobilne aplikacije za tu okolinu

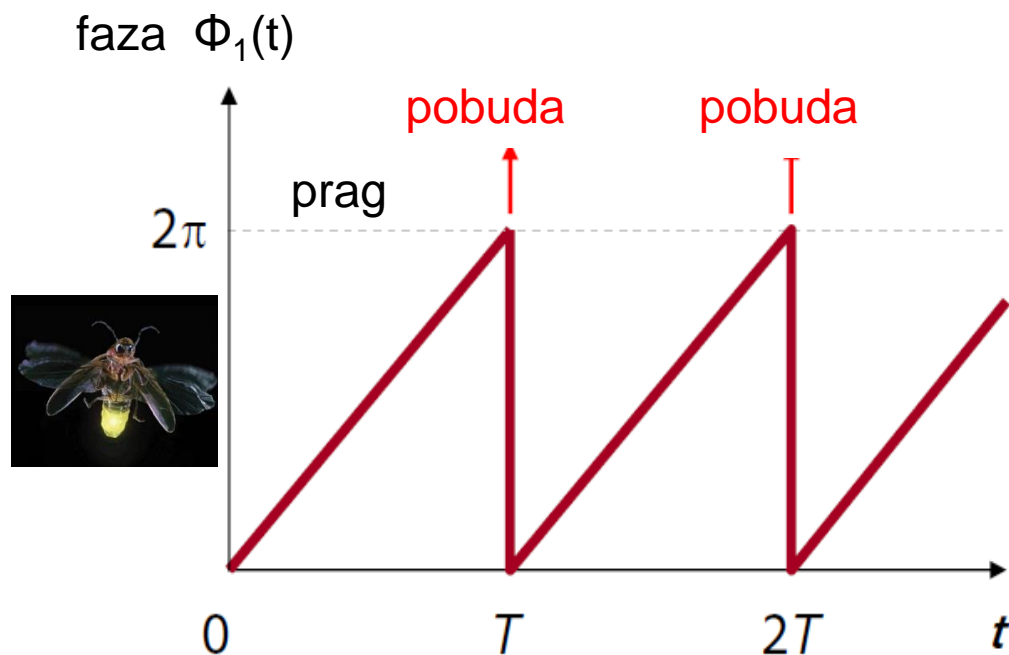
- ◆ Istraživački projekt FER-a i tvrtke Ericsson Nikola Tesla (2010.- do danas)
- ◆ Voditelj: prof. dr. sc. Gordan Ježić
- ◆ Ciljevi:
  - Identifikacija i adresiranje M2M uređaja
  - Upravljanje uređajima – zamjena programske podrške i konfiguriranje
  - Sinkronizacija M2M uređaja u Ad-Hoc okolini (dr. sc. Iva Bojić)

## M2M System architecture



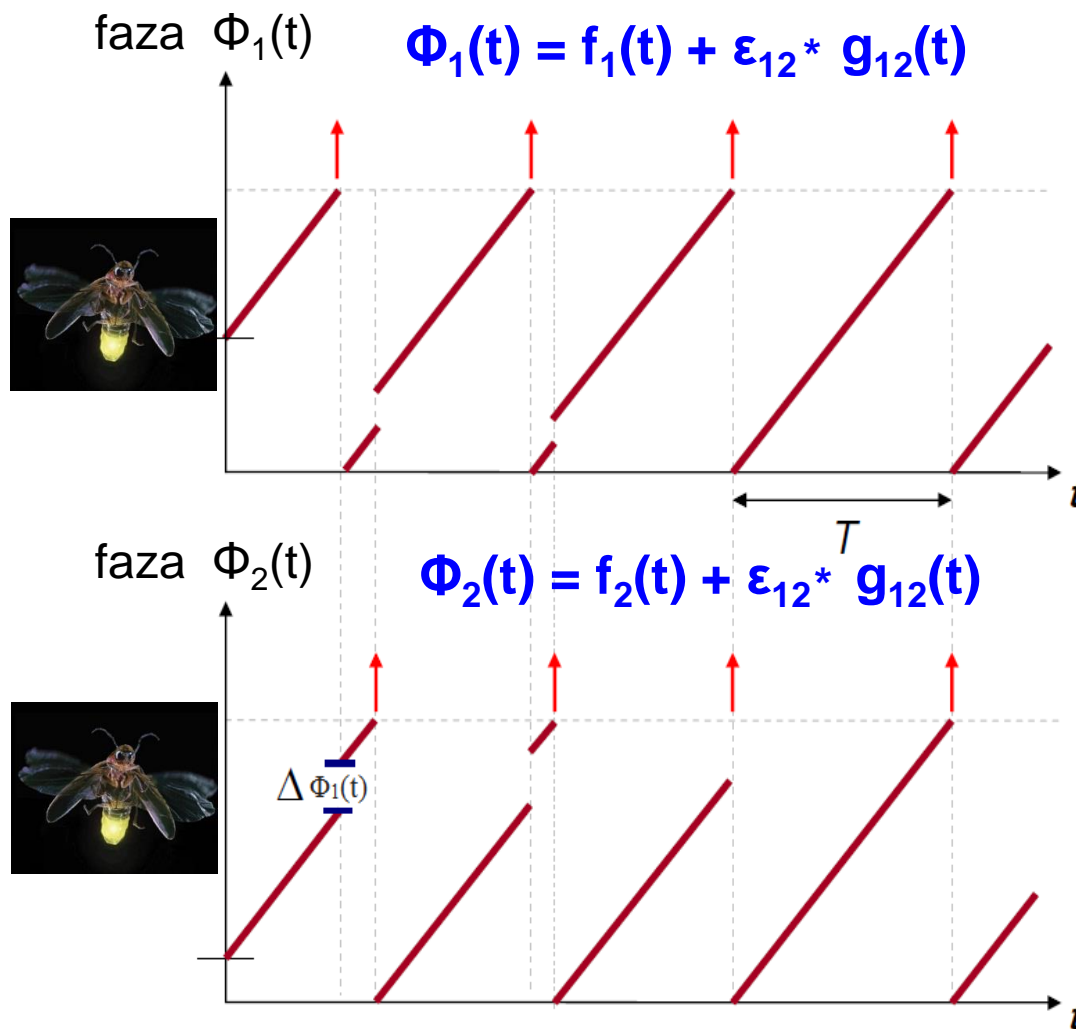
## ◆ Sinkronizacija krijesnicama

- biološki inspirirana
- samoorganizacijska
- adaptivna
- robusna
- energetski efikasna
- skalabilna

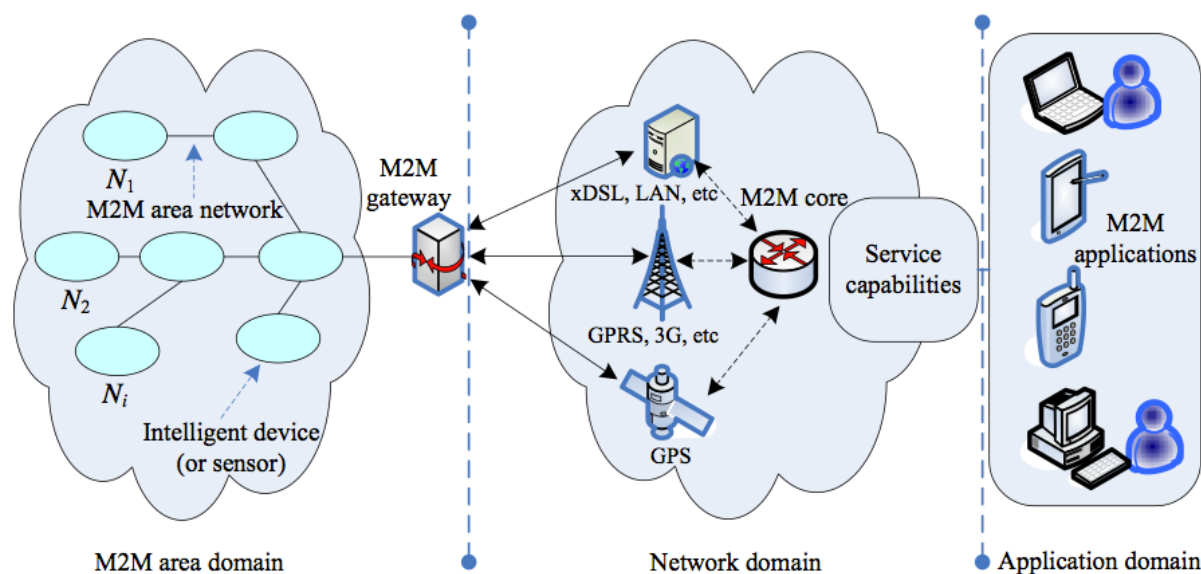


Bojić I., Podobnik V., Ljubi I., Ježić G., Kušek M. "A Self-optimizing Mobile Network: Auto-tuning the Network with Firefly-synchronized Agents"  
Information Sciences, 182 (2012) 1, pp. 77-92

# Sinkronizacija pomoću mehanizma krijesnica



- ◆ Strateški projekt s institutom FTW Forschungszentrum Telekommunikation Wien, (2013.-2015.)
- ◆ Voditelj: izv. prof. dr. sc. Mario Kušek
- ◆ Ciljevi:
  - primjena bogate prisutnosti u poboljšanju energetske efikasnosti M2M uređaja
  - razviti tehnike i protokole
  - primijeniti inteligentne samoorganizirajuće mehanizme prilikom razmjene poruka



# EU OpenIoT Project

FP7 ICT-2011 1.3: Internet-connected Objects  
12/2011-02/2015

Sudjelovanje FER-a: 06/2013 – 02/2015

OpenIoT Consortium

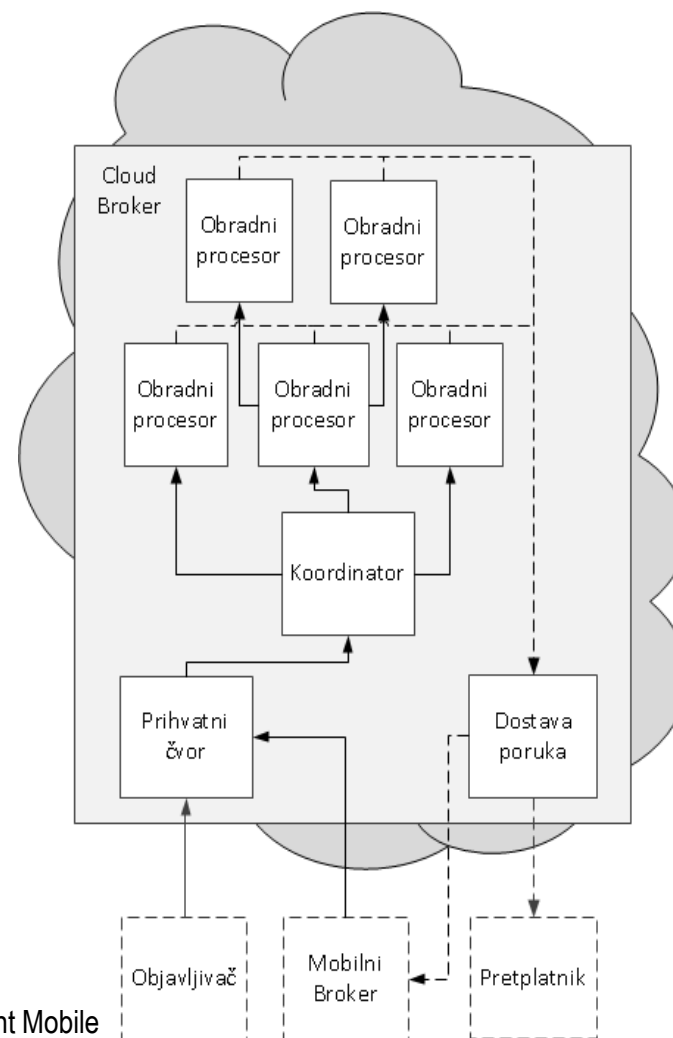


- ◆ Semantička interoperabilnost IoT rješenja i integracija s računalnim oblakom
  - koristi se W3 ontologija SSN (*Semantic Sensor Network Ontology*)
- ◆ Skalabilna obrada senzorskih podataka s pokretnih uređaja i u stvarnom vremenu
- ◆ Jednostavno grafičko sučelje pomoću kojega je brzo moguće ostvariti nove IoT aplikacije
- ◆ Osnova za poslovni model "*Sensing-as-a-Service*"



Platforma otvorenog kôda OpenIoT  
<https://github.com/OpenIoTOrg/openiot>

- ◆ CloUd-based PUblish/SuBscribe middleware – CUPUS
  - namijenjena računalnom oblaku i pokretnim okolinama
  - filtriranje podataka koji nitko ne koristi „na ulazu” (pametnom telefonu)
  - omogućuje pronalaženje izvora podataka (originalni protokol)
  - skalabilna i elastična obrada podataka velike količine podataka u stvarnom vremenu: autonomna prilagodba korištenih računalnih resursa ulaznom opterećenju usmjeravanje obavijesti do krajnjeg korisnika u (skoro) stvarnom vremenu



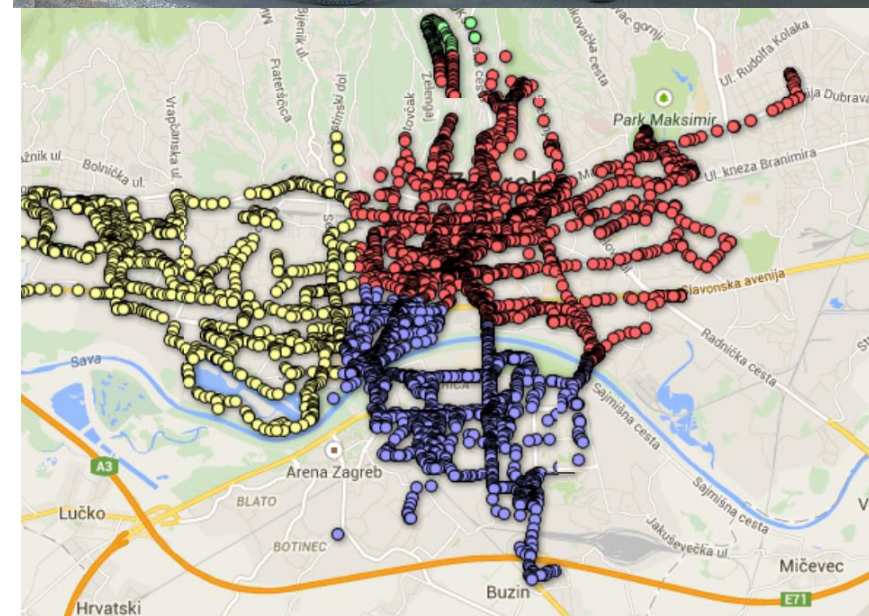
I. Podnar Žarko, A. Antonić, K. Pripuzić. Publish/Subscribe Middleware for Energy-Efficient Mobile Crowdsensing. Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication (UbiComp '13 Adjunct). New York, NY, USA : ACM, 2013. 1099-1110



**FER-ova inovacija: pokretni senzori razvijeni na FER-u, aplikacija za mobilni uređaj i sustav za prikupljanje i obradu informacija u oblaku (temelji se na [platformi otvorenog koda OpenIoT](#))**



- ◆ Prva akcija mjerenja kvalitete zraka u gradu Zagrebu s 20 sudionika od 7. do 9. srpnja 2014. godine
- ◆ Prikupljeni skup podataka
  - 200 individualnih putova
  - prijeđena udaljenost: više od 700 km
  - pokrivena površina: 144 km<sup>2</sup>
  - prikupljeno više od 150.000 senzorskih očitavanja (T, H, p, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, lokacija)
- ◆ <http://openiot.tel.fer.hr/osjetizgzrak/>





IoT Hackaton, MIT, Boston, USA  
3. mjesto

<http://www.iot-conference.org/iot2014/hackathon-2014/>



# Demonstracije, akcije mjerenja...



ICT 2013, Vilnius,  
Lithuania, November  
2013



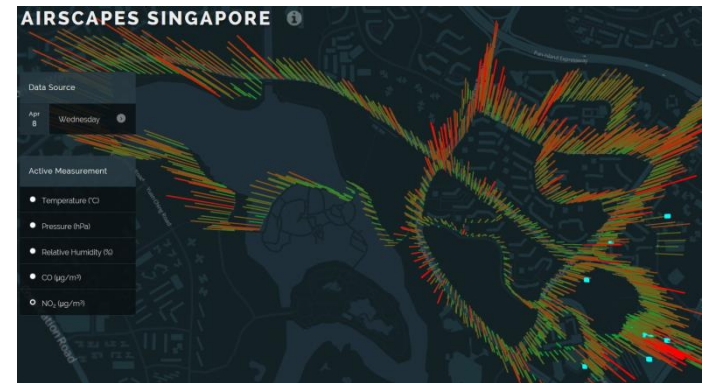
ITU-T Workshop Internet of  
Things 2014 Geneva,  
Switzerland, February 2014



IoT Week 2014, London, UK  
NetFutures 2015, Brussels,  
February 2015



OpenIoT demo at the IoT Conference 2014 in Boston



Singapore, April 2015





# symbloTe

Symbiosis of smart objects across IoT environments

*H2020 project*

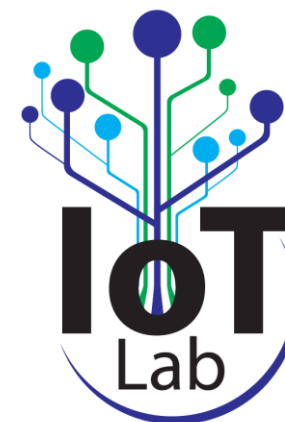
*Objective ICT 30 – 2015: Internet of Things and Platforms for  
Connected Smart Objects*

*01/2016-12/2018*



- ◆ Motivacija
  - veliki broj nestandardnih platformi na tržištu
  - izolirana rješenja jednog ponuđača usluge koji postavlja i integrira infrastrukturu u "pametnoj okolini" i nudi aplikacije za tu okolinu
- ◆ **symbloTe** je zamišljen kao **programski okvir** za suradnju IoT platformi
  - unificirano pronalaženje i korištenje umreženih uređaja, senzora i aktuatora koji su u različitim administrativnim domenama i platformama, a radi jednostavnijeg razvoja novih korisničkih usluga (mobilnih, web) nad "virtualnim" IoT okruženjima

- ◆ Novoosnovani istraživački laboratorij FER-a
- ◆ Ciljevi
  - umrežavanje i povećanje vidljivosti u europskom istraživačkom prostoru,
  - prijenos znanja u hrvatsko gospodarstvo radi razvoja novih proizvoda i usluga te
  - organizaciju nastave i uključivanje studenata FER-a u praktične projektne zadatke u području Interneta stvari.
- ◆ Članovi (u znanstveno-nastavnom zvanju)
  - izv. prof. dr. sc. Ivana Podnar Žarko (voditelj), doc. dr. sc. Krešimir Pripužić (zamjenik voditelja), prof. dr. sc. Gordan Ježić, izv. prof. dr. sc. Mario Kušek,, doc. dr. sc. Igor Čavrak, doc. dr. sc. Hrvoje Džapo, doc. dr. sc. Marin Vuković



<http://www.iot.fer.hr/>





<http://www.iot.fer.hr/>