



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i
računarstva

Izazovi u području Interneta stvari: od platforme OpenIoT prema interoperabilnim platformama

Ivana Podnar Žarko

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet elektrotehnike i računarstva



Hrvatska sekcija
Croatia Section

- ◆ Internet stvari (*Internet of Things*, IoT)
 - definicija, područja primjene, vrijednosni lanac, poslovni model
- ◆ Platforma otvorenog kôda OpenIoT
 - razvijena tijekom FP7 projekta OpenIoT
- ◆ H2020 projekt symbloTe
 - interoperabilnost platformi za Internet stvari

Uređaji, senzori i "stvari" postaju dio Interneta

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

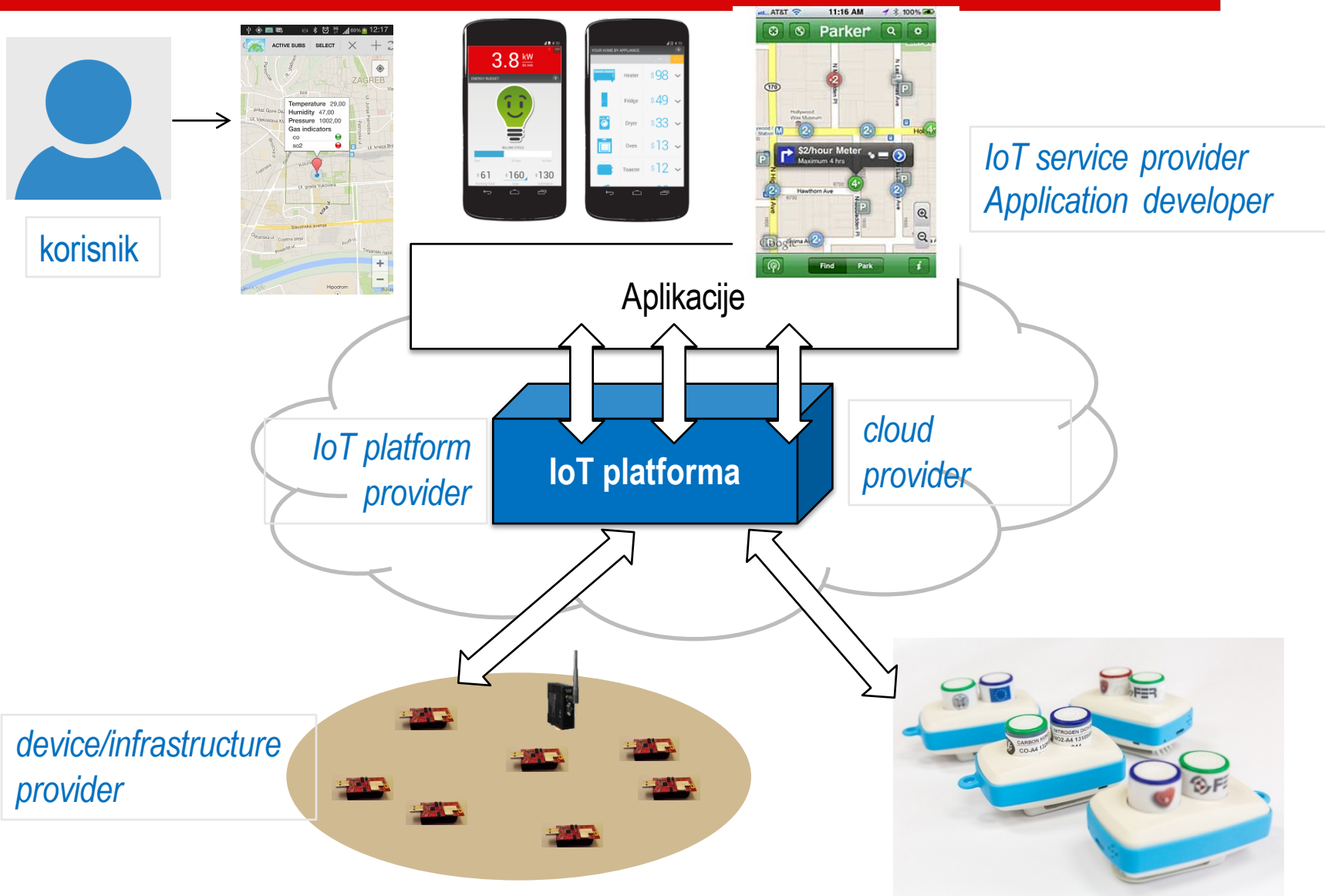
Za ljubitelje stripa

<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)

Sudionnici u vrijednosnom lancu



◆ Senzoriranje kao usluga (*Sensing-as-a-service*)

- umrežene "stvari" su infrastruktura koja se unajmljuje po potrebi
- moguće je "trgovanje senzorskim podacima i IoT infrastrukturom", a po uzoru na unajmljivanje resursa računalnog oblaka

◆ Niz različitih sudionika:

- *device/infrastructure provider*: postavlja i održava infrastrukturu pametne okoline, u njegovom je interesu da se senzori višestruko koriste
- *IoT platform provider*: postavlja i održava platformu (tipično u računalnom oblaku), a nudi usluge za pronalaženje senzora i njihove podatke razvijateljima aplikacija
- *App developer*: razvijatelji mobilnih i web aplikacija koji koriste senzorske podatke iz platforme
- *IoT service/app provider*: nudi IoT uslugu krajnjem korisniku. Telekom operatori su potencijalni ponuđači IoT usluga zbog 1) izgrađenog poslovnog odnosa s krajnjim korisnicima, 2) mrežne infrastrukture koja je preduvjet za IoT i 3) dostupnih računalnih resursa (telekom operatori su često i ponuđači usluga u računalnom oblaku)

- ◆ 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

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>

"Sensing-as-a-Service" u praksi



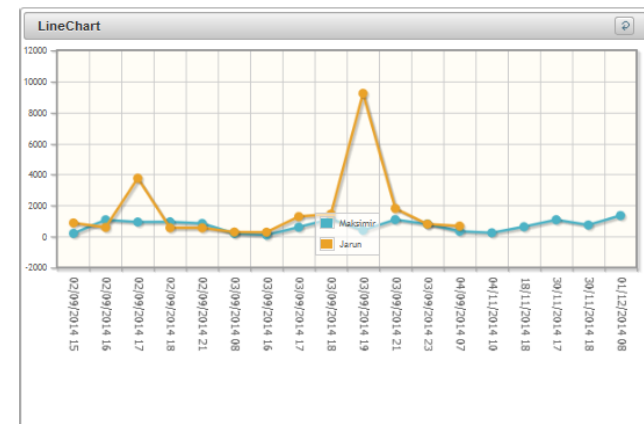
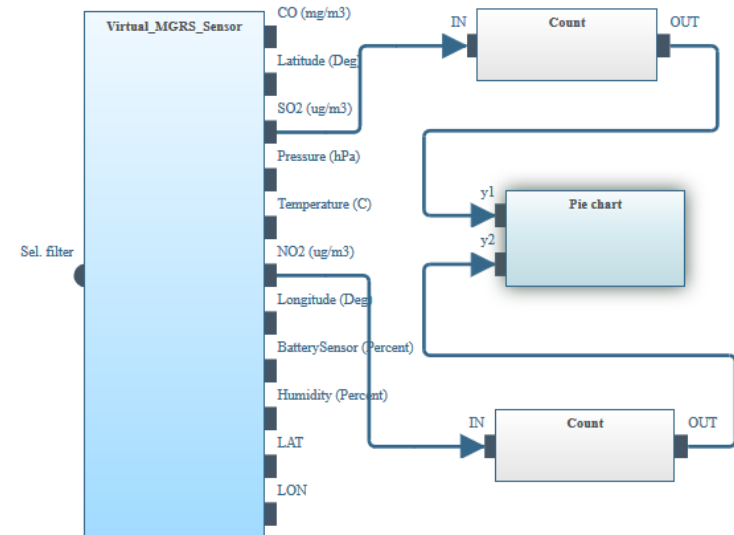
Node toolbox

- Aggregators (5)
- Count
- Min
- Sum
- Average
- Max
- Comparators (3)
- Filters & Groupers ...
- Sinks (5)
- Data sources (3)
- Virtual MGRS Sensor
- Virtual_MGRS_Sensor
- ferStatic

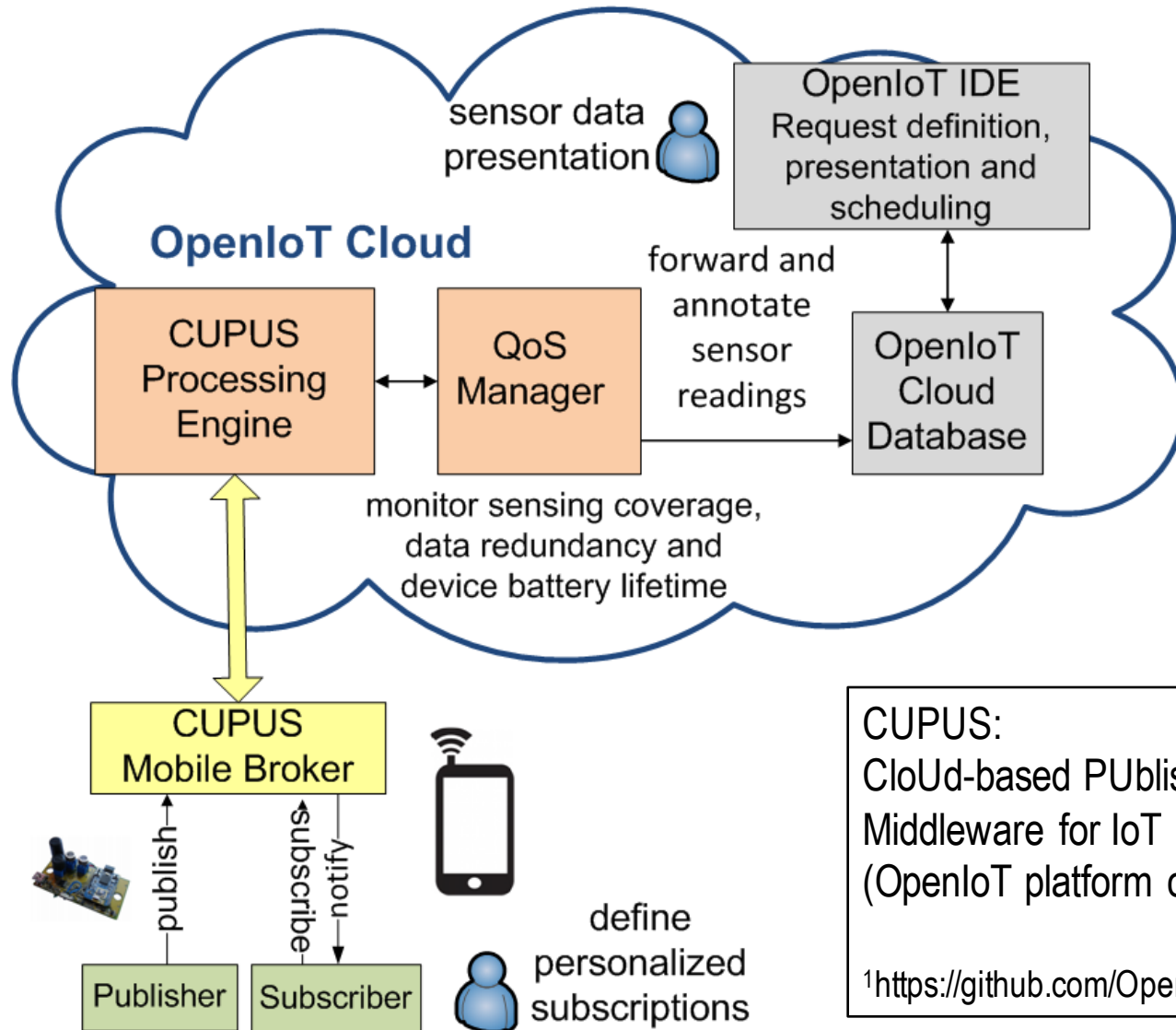
Discover sensors

Location: Zagreb | Search radius: 15.00km

Find sensors | Cancel

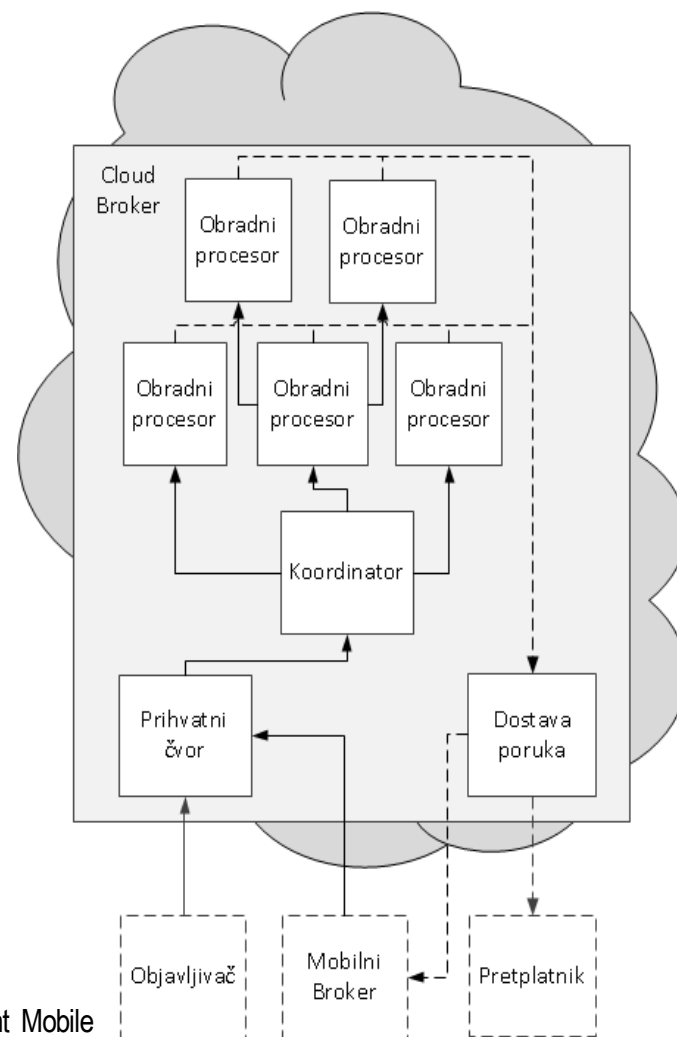


Arhitektura OpenIoT platforme



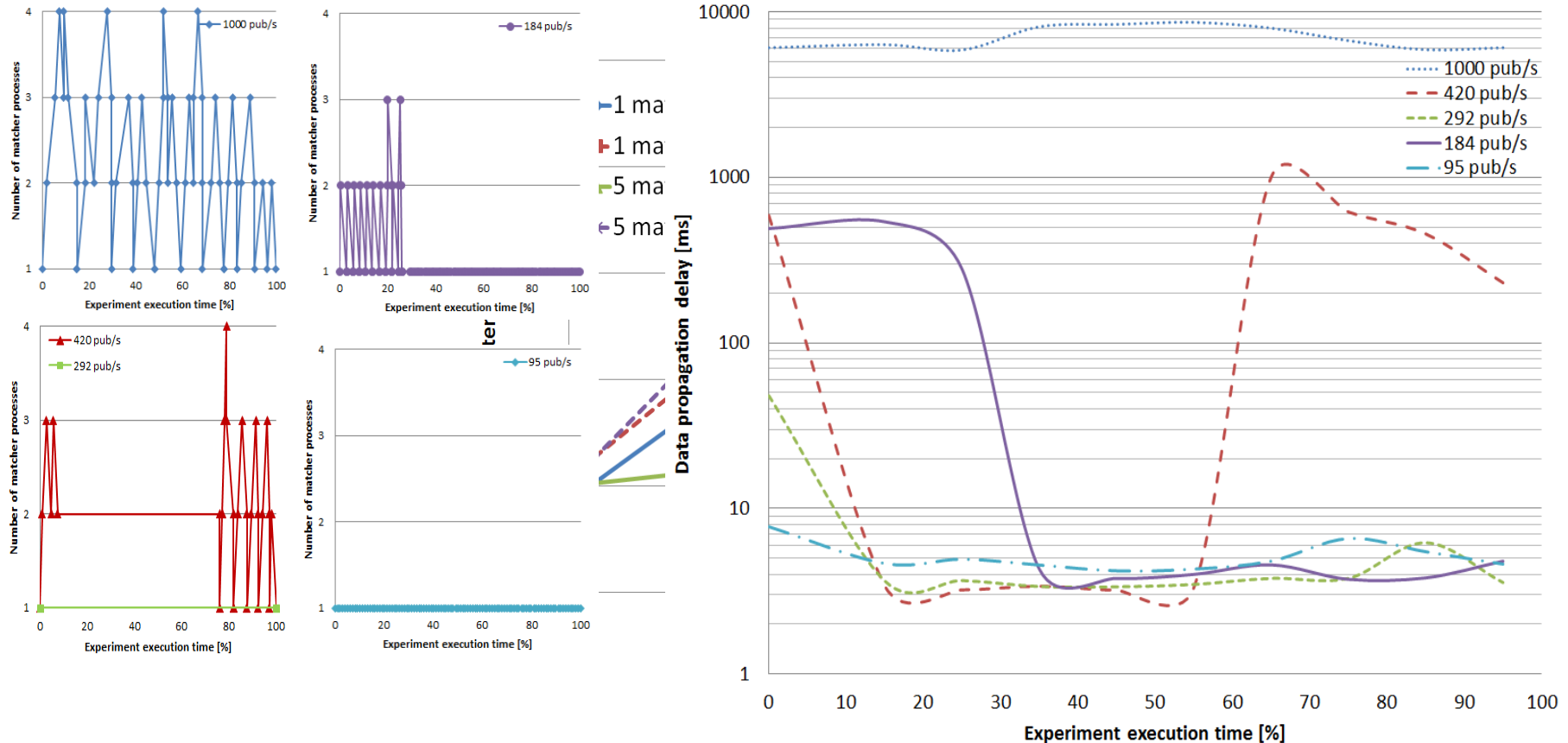
CUPUS:
Cloud-based PUBLISH/SUBSCRIBE
Middleware for IoT
(OpenIoT platform component)¹
¹<https://github.com/OpenIoTOrg/openiot/>

- ◆ 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

Elastična konfiguracija



A. Antonić, M. Marjanović, K. Pripužić, I. Podnar Žarko., A mobile crowd sensing ecosystem enabled by CUPUS: Cloud-based publish/subscribe middleware for the Internet of Things, Future Generation Computer Systems (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2015.08.005>

Google scholar citations ([Ivana Podnar Žarko](#))

<input type="checkbox"/>	Title	+ Add	≡ More	1-20	Cited by	Year
<input type="checkbox"/>	Mobile push: Delivering content to mobile users				94	2002
	I Podnar, M Hauswirth, M Jazayeri Distributed Computing Systems Workshops, 2002. Proceedings. 22nd ...					
<input type="checkbox"/>	Scalable peer-to-peer web retrieval with highly discriminative keys				79	2007
	I Podnar, M Rajman, T Luu, F Klemm, K Aberer Data Engineering, 2007. ICDE 2007. IEEE 23rd International Conference on ...					
<input type="checkbox"/>	Web text retrieval with a P2P query-driven index				50	2007
	G Skobeltsyn, T Luu, IP Zarko, M Rajman, K Aberer Proceedings of the 30th annual international ACM SIGIR conference on ...					
<input type="checkbox"/>	Supporting mobility with persistent notifications in publish/subscribe systems				49	2004
	I Podnar, I Lovrek Proc. of the 26th International Conference on Software Engineering, 3rd Int ...					

Mehanizam "Mobile push" danas implementiraju usluge: Google Cloud Messaging, Apple Push Notification Service...

[What is push notification? - Definition from WhatIs.com](#)

[searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/push-notification](#) ▼

An important advantage of push notifications in mobile computing is that the technology doesn't require specific applications on a mobile device to be open in ...

[MobilePush - ExactTarget](#)

[www.exacttarget.com/products/mobile.../drive-mobile-app-engagement](#) ▼

Manage an unlimited number of mobile apps and push messaging across iOS and Android platforms with MobilePush. Push messaging that's personalized and ...

[Formerly Xtify Mobile Push Notification - IBM Mobile Push ...](#)

[www.ibm.com/software/products/en/mobile-push-notification](#) ▼

IBM® Mobile Push Notification, formerly Xtify® Mobile Push Notification, provides mobile app marketing for creating notification campaigns that engage mobile app users at the optimal time and place. ... Targeted mobile app messaging that delivers timely push notifications to your ...

[Amazon SNS Mobile Push Notifications - Documentation](#)


[docs.aws.amazon.com/sns/latest/dg/SNSMobilePush.html](#) ▼

With Amazon SNS, you have the ability to send push notification messages directly to apps on mobile devices. Push notification messages sent to a mobile ...

Disertacije

1. Podnar, Ivana.

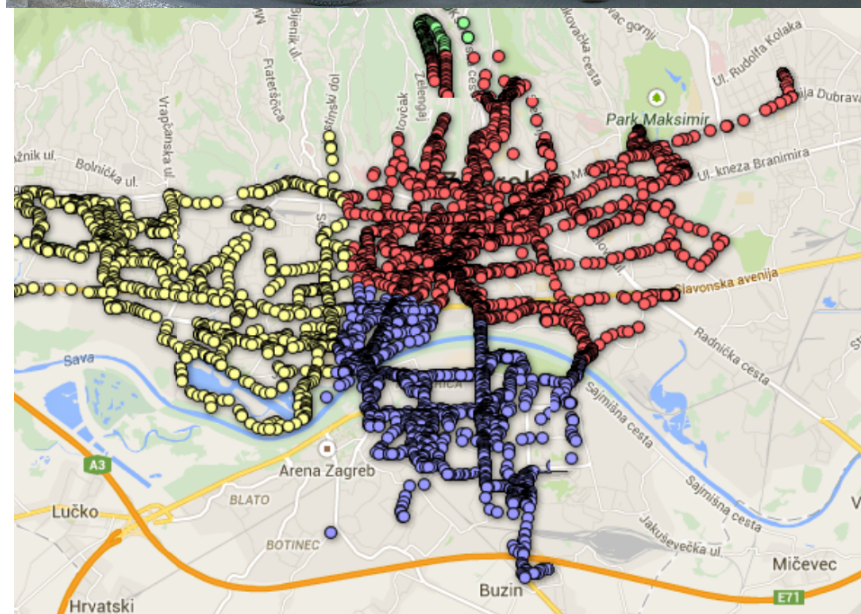
Arhitektura usluge za isporuku sadržaja pokretnim korisnicima / doktorska disertacija.

Zagreb : Fakultet elektrotehnike i računarstva, 07.05. 2004., 148 str. Voditelj: Lovrek, Ignac. 

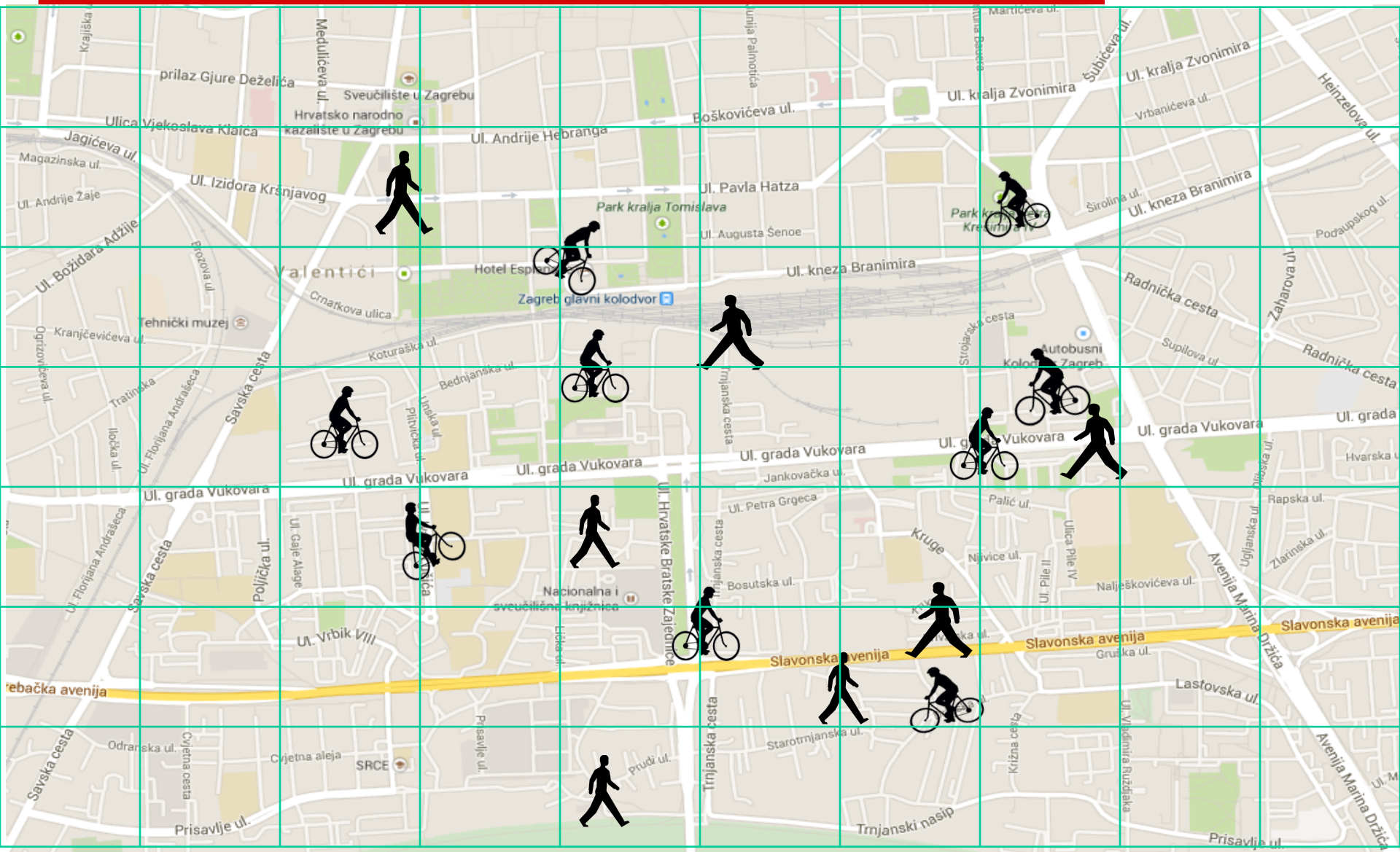
FER-ova inovacija: pokretni senzori razvijeni na FER-u, aplikacija za mobilni uređaj i sustav za prikupljanje i obradu informacija u oblaku (temelji se na [platformi otvorenog koda OpenIoT](#))

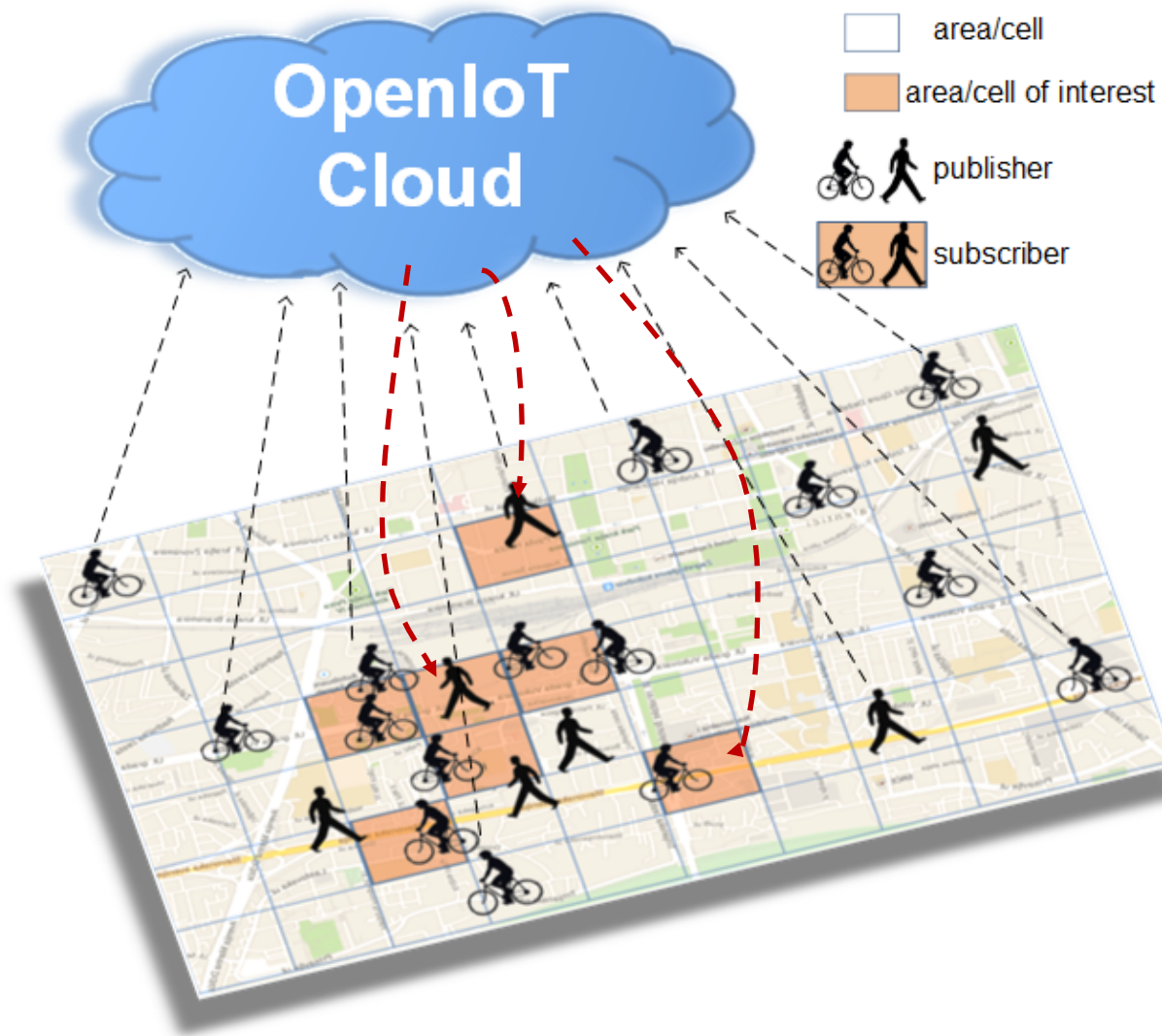


- ◆ Prva akcija mjerenja kvalitete zraka u gradu Zagrebu s 20 sudionika od 7. do 9. srpnja 2014. godine
- ◆ Prikupljeni skup podataka
 - 200 individualnih putova
 - prijeđena udaljenost: više od 700 km
 - pokrivena površina: 144 km²
 - prikupljeno više od 150.000 senzorskih očitavanja (T, H, p, CO, NO₂, SO₂, lokacija)
- ◆ <http://openiot.tel.fer.hr/osjetizgzrak/>

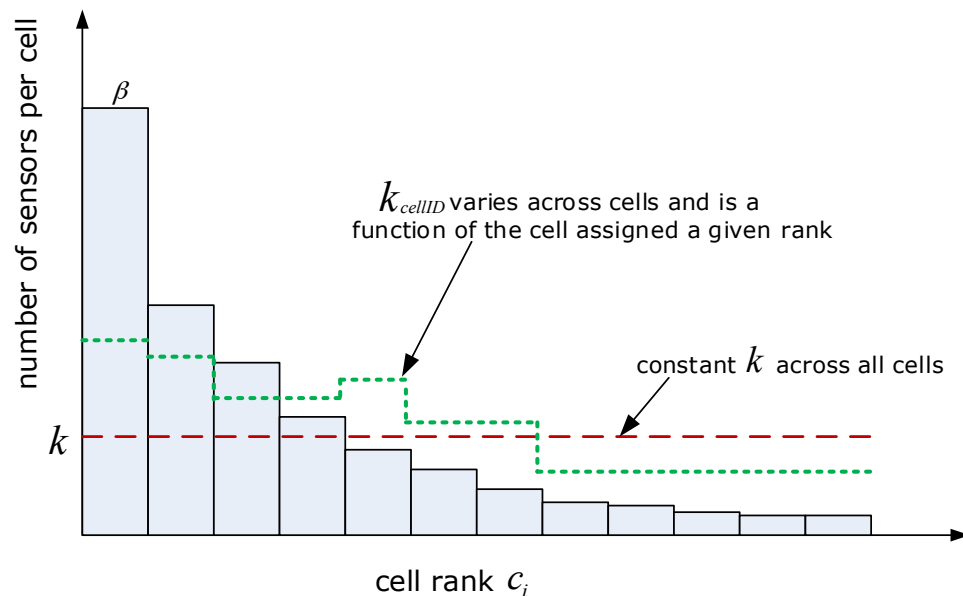


Suradno opažanje okoline u pokretu (*Mobile Crowd Sensing, MCS*)



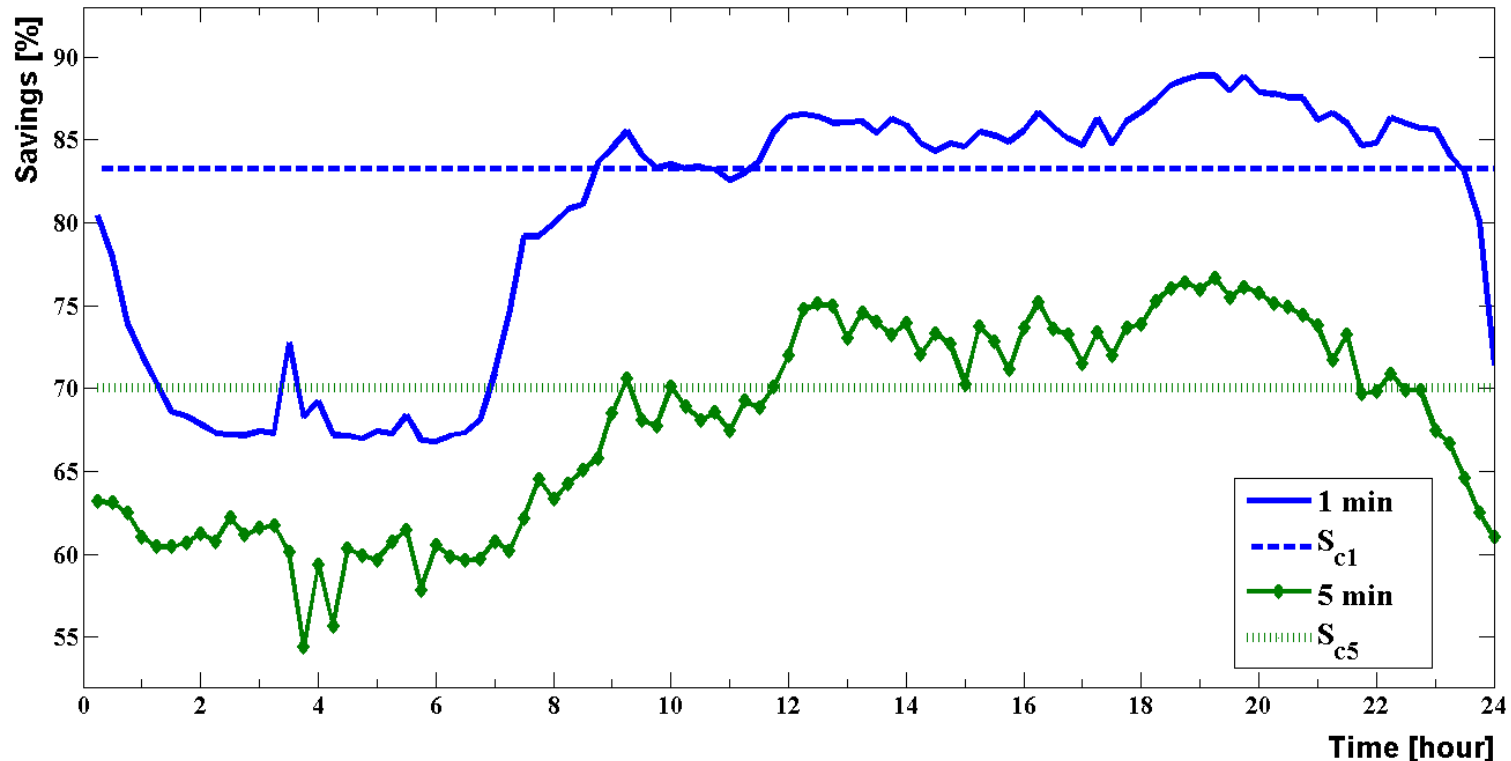


- ◆ analitički model za energetske-učinkovito suradno opažanje okoline u pokretu
- ◆ koristi k (min broj senzora potreban za opažanje) senzora u području tijekom vremena
- ◆ pretpostavka: senzori su neravnomjerno raspoređeni u području promatranja, tj. prema Zipf-ovoj raspodjeli



$$n(c_i) = \beta * c_i^{-\alpha}$$

β – number of sensors in the most populated cell
 α – constant



Kumulativna moguća ušteda energije tijekom 24 sata uslijed filtriranja podataka na pametnom telefonu uz pretpostavku da se podaci objavljuju svake minute ili svakih 5 minuta (kretanje korisnika simulirano na temelju stvarnog skupa podataka)

M. Marjanović, L. Skorin.Kapov, A. Antonić, K. Pripuzić, I. Podnar Žarko Energy-aware and quality-driven sensor management for green mobile crowdsensing. Journal of Network and Computer Applications(2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2015.06.023i>



(s lijeva na desno) Marko Pavelić, prof. dr. sc. Maja Matijašević, prof. dr. sc. Vedran Bilas, Martina Marjanović, Aleksandar AntoniĆ, doc. dr. sc. Krešimir Pripužić, doc. dr. sc. Lea Skorin-Kapov, Dinko Oletić i izv. prof. dr. sc. Ivana Podnar Žarko



**IoT Hackaton, MIT, Boston, USA
3. mjesto**

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



Demonstracije, akcije mjerenja...



ICT 2013, Vilnius,
Lithuania, November
2013



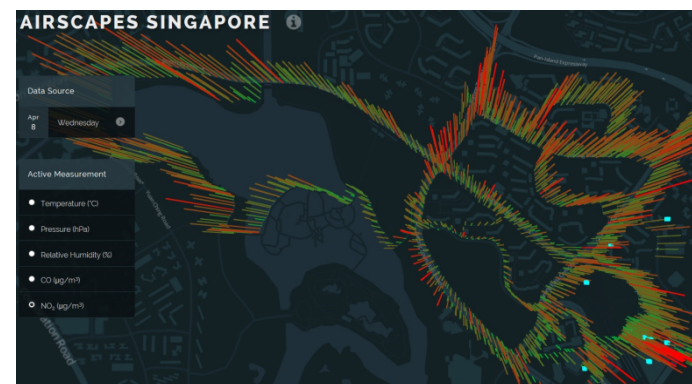
ITU-T Workshop Internet of
Things 2014 Geneva,
Switzerland, February 2014



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

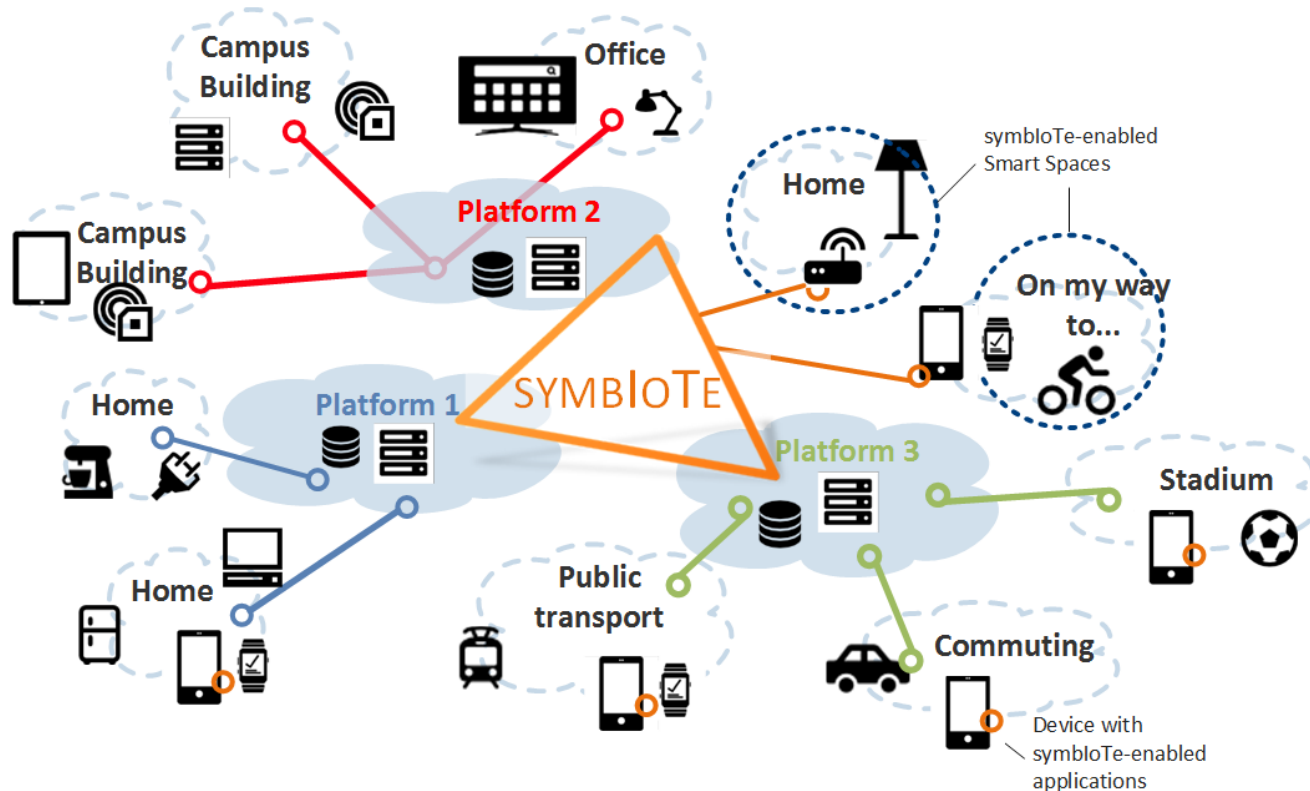
*Objective ICT 30 – 2015: Internet of Things and Platforms for
Connected Smart Objects*

01/2016-12/2018



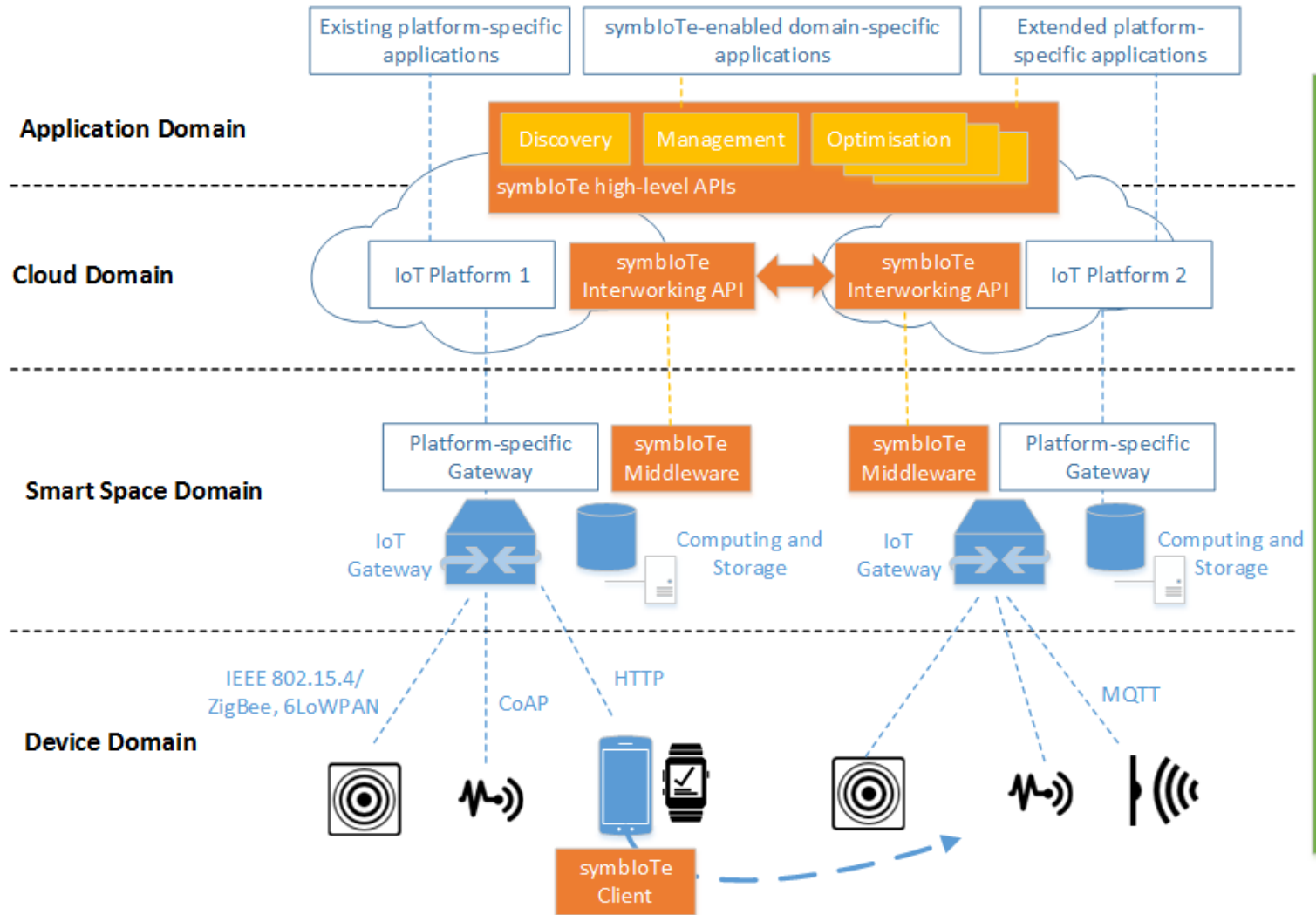
◆ Motivacija

- 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



syμβloTe će omogućiti suradnju i integraciju različitih platformi za Internet stvari te olakšati ulazak malim i srednjim poduzećima na IoT tržište jer se mogu fokusirati samo na jedan aspekt vrijednosnog lanca (npr. infrastruktura, platforma, mobilne aplikacije).

- ◆ **interoperabilnost IoT platformi** kako bi se pojednostavio razvoj nove generacije aplikacija za sigurno i orkestrirano korištenje uređaja i senzora iz različitih platformi;
- ◆ **jedinstven semantički opis** senzora iz različitih platformi;
- ◆ razvoj **domenskih API-ja** za brzi razvoj novih korisničkih usluga;
- ◆ **federacija platformi** za sigurnu suradnju i dijeljene resursa među platformama, a na obostranu korist i u skladu s definiranim ugovorima;
- ◆ podrška za **hijerarhijska, adaptivna i dinamička IoT okruženja**: registracija, pronalaženje i rekonfiguriranje senzora i drugih uređaja,
- ◆ podrška za **"roaming" senzora** i uređaja u gostujućim platformama.





Smart Residence

NEXTWORKS
ENGINEERING FORWARD



sensing
&
&control
Simply Seamless

Kuća/ured: automatsko otkrivanje i konfiguracija uređaja te dijeljenje dostupnih sredstava (procesori, memorija i bežični medij).

Smart Yachting

NEXTWORKS
ENGINEERING FORWARD



NAVIGO

Marina: omogućuje automatsku razmjenu informacija između brodica i marine.

EduCampus

Fraunhofer
IOSB

Kampus: usluge za pomoć studentima i nastavnicima u interakciji s okolinom radi boljeg korištenja prostora i dostupnih uređaja.

Smart Mobility and Ecological Routing

ubiwhere
SUITING THE FUTURE



AIT
AUSTRIAN INSTITUTE
OF TECHNOLOGY



Ekološki prihvatljiviji promet: usmjerava građane kroz grad rutama s najčišćim zrakom jer prati kvalitetu zraka putem malih uređaja.

Smart Stadium

Atos



Stadion: koristi lokaciju posjetitelja u zatvorenom prostoru radi pružanja osobnih kontekstnih mobilnih usluga.

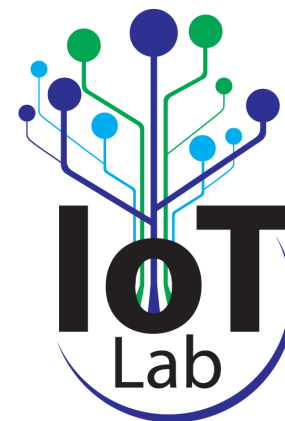
Kontinuitet, upornost s puno pokušaja, pogrešaka i razočaranja, naizgled nepovezani događaji ali i malo sreće čini put do financiranog H2020 projekta.

Najava sljedećeg predavanja:

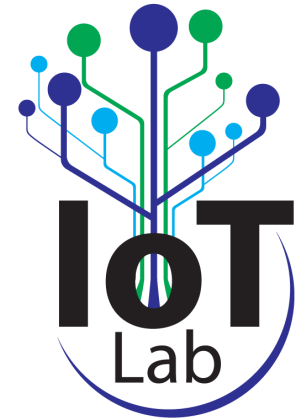
Maja Matijašević:

"Programski upravljane mreže za dostavu ICT usluga - Primjena u istraživanju i razvoju inovativnih komunikacijskih rješenja za višemedijske usluge i usluge e- i m-zdravstva"

- ◆ 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/>