



UNIVERZITET U NIŠU  
ELEKTRONSKI FAKULTET



## **Platforma za Internet stvari bazirana na arhitekturi mikroservisa**

Master rad  
Studijski program: Računarstvo i informatika  
Modul: Inženjerstvo podataka

Student:

Danilo Veljović, br. ind. 1120

Mentor:

Doc. dr. Aleksandar Stanimirović

Niš, septembar 2021. god.

Univerzitet u Nišu  
Elektronski fakultet

**Platforma za Internet stvari bazirana na arhitekturi mikroservisa**

**Internet of Things platform based on microservice architecture**

Master rad  
Studijski program: Računarstvo i informatika  
Modul: Inženjerstvo podataka

Student: Danilo Veljović

Mentor: Doc. dr. Aleksandar Stanimirović

Zadatak: Proučiti i prikazati moguće arhitekture platformi za Internet stvari. Detaljno izučiti platformu zasnovanu na arhitekturi mikroservisa. Implementirati primer platforme zasnovan na arhitekturi mikroservisa.

Datum prijave rada: 15.07.2021

Datum predaje rada:

Datum odbrane rada:

Komisija za ocenu i odbranu:

1. Doc dr Aleksandar Stanimirović, Predsednik Komisije

---

2. <Prof. / Doc dr Ime Prezime>, Član

---

3. <Prof. / Doc dr Ime Prezime>, Član

# PLATFORMA ZA INTERNET STVARI BAZIRANA NA ARHITEKTURI MIKROSERVISA

## Sažetak

Internet stvari je pojam koji poslednjih godina sve više dobija na važnosti. Usled razvoja "*pametnih*" senzora moguće je pribaviti sve detaljnija merenja i slati ih na obradu do nekog "*edge*" uređaja. *Edge* uređaji imaju sve veću moć obrade i mogu da u realnom vremenu skladište i analiziraju primljene vrednosti, kao i da vrše akciju. U ovom radu, predloženo je rešenje koje objedinjuje sve ove funkcionalnosti, u vidu *cloud platforme* za internet stvari. Cloud platforme su sve popularnije, jer omogućavaju pristup podacima sa bilo kog uređaja koji može da se konektuje na internet. Proučavane su različite arhitekture cloud platformi. Neke od arhitektura koje su proučene su monolitna arhitektura i mikroservisna arhitektura. Sagledane su prednosti i mane svake arhitekture, kao i neki primeri korišćenja. Kao fokus ovog rada, posebno je proučavana arhitektura mikroservisa. Arhitektura mikroservisa je sve popularnija, naročito za web aplikacije. Omogućava jednostavno skaliranje, postavljanje na server i razdvajanje servisa. Ovim se sistem strukturiše u celine koje mogu međusobno nezavisno da funkcionišu. U okviru arhitekture mikroservisa, proučavano je kako se mogu izdvajati nezavisne funkcionalnosti i kako se mogu dodeljivati posebnim servisima. Poseban akcenat je dat na razmatranje, koji servisi bi trebalo da se izvršavaju na *edge* delu sistema, a koji na *cloud* delu sistema.

U praktičnom delu rada implementiran je prototip platforme za internet stvari baziran na arhitekturi mikroservisa. Aplikacija je kreirana za svrhe agrikulture, odnosno navodnjavanja zemljišta i predikcije kvaliteta zemlje. Razvijeni prototip sistema se sastoji od servisa koji se bave skladištenjem podataka, analizom podataka, izvršavanjem upita i akcijom. Na kraju rada se diskutuje predlozi za poboljšanje sistema, kao i još neki mogući načini primene.

**Ključne reči:** arhitektura mikroservisa, Internet stvari, platforma, cloud, edge.

# INTERNET OF THINGS PLATFORM BASED ON MICROSERVICE ARCHITECTURE

## ABSTRACT

Internet of things is becoming an increasingly relevant topic in the recent years. Because of the development of smart sensors, it is possible to obtain very frequent and detailed measurements and to send them to an edge node to be processed. The processing power of edge devices is increasing, and they can store and analyze the received data in real-time, as well as do an actuation. In this thesis, a solution is suggested to unite all of these functionalities in the form of a cloud platform. Cloud platforms are all the more popular solution these days, because they allow access to the data from any device that can be connected to the internet. Different kinds of cloud architectures were explored. Some of those are monolithic architecture and microservice architecture. Benefits and downsides to each architecture were studied, as well as some examples of use. The focus of this work is the microservice architecture. Microservice architecture is ever more popular architecture solution especially for the web applications. They allow simple scaling of services, independent deployment and loosely coupled services. This way the system is structured as a set of independent parts that can work together, without being coupled. The way in which the functionalities of the system can be discerned and how can they be assigned to services is also explored. A special accent is placed on the investigation of which services should be deployed to an edge device, and which should be deployed on the cloud.

The second part of the thesis contains an implementation of a prototype of the cloud platform based on the microservice architecture. Application is created for the purposes of agriculture, irrigation of the land and prediction of quality of the soil. The developed prototype consists of services that store the data, analyze it, query it and send actuation requests. Finally, in the final section of the thesis, suggestions are given on how to improve the platform and few new ways on where it could also be used.

**Keywords:** microservice architecture, internet of things, platform, cloud, edge.

# **SADRŽAJ**

## **1. UVOD 6**

## **2. ARHITEKTURE IOT PLATFORMI 8**

2.1. IoT platforma.....	8
2.2. Monolitna arhitektura.....	9
2.3. Mikroservisna arhitektura.....	9
2.4. Komparativna analiza arhitektura.....	9

## **3. IMPLEMENTACIJA IOT PLATFORME ZASNOVANE NA ARHITEKTURI MIKROSERVISA10**

## **4. PREDLOZI ZA POBOLJŠANJE RAZVIJENOG PROTOTIPA 11**

## **5. ZAKLJUČAK 12**

## **LITERATURA 13**

# 1. UVOD

Internet stvari je pojam koji poslednjih godina sve više dobija na važnosti. Zbog velike količine podataka koju je danas moguće preneti internetom, moguće je u realnom vremenu pratiti stanje bolnica, nuklearnih elektrana, poljoprivrednih imanja itd. Usled razvoja "pametnih" senzora, moguće je prikupiti sve detaljnija merenja u sve kraćim vremenskim intervalima. Danas senzori mogu da vrše merenja u intervalima od par milisekundi, što može da rezultira u po više stotina merenja u sekundi. Ovako veliku količinu podataka, potrebno je dostaviti do edge ili cloud uređaja. Na edge ili cloud sloju se prikupljeni podaci perzistiraju, analiziraju, i ako su merenja takva da se neki uslov ispunio, vrši se i akcija određenih uređaja.

Funkcionalnosti poput skladištenja primljenih podataka, zatim njihova analiza, i akcija uređaja predstavljaju srž svakog sistema za internet stvari. Sistemi za internet stvari moraju da objedinjuju sve ove funkcionalnosti i zbog toga se vrlo često i nazivaju platformom za internet stvari. Platforme su popularno rešenje jer omogućavaju pristup podacima sa bilo kog uređaja koji se može povezati na internet. Ovim je omogućena cross-platform podrška, koju svi korisnici očekuju. Potrebno je omogućiti da platforma funkcioniše, čak i ako je broj podataka koji treba da se obradi reda veličine nekoliko desetina gigabajta ili par desetina terabajta. Za sisteme koji su projektovani u monolitnoj arhitekturi, ovolika količina podataka može predstavljati problem.

Monolitni sistemi teže skaliraju. Ako odjednom u sistem krene da pristiže neuobičajeno velika količina podataka, potrebno je da se cela aplikacija skalira. Nije moguće samo imati redundantne instance jednog dela sistema. U monolitnim sistemima se teže dodaju nove funkcionalnosti. Vrlo često, usled kvara na jednom delu sistema, cela aplikacija prestaje da funkcioniše. Ovo može da izazove velike probleme, ili čak nedetektovane događaje na koje je bilo potrebno reagovati.

Kao predloženo rešenje problema monolitnih sistema data je arhitektura mikroservisa. Arhitektura mikroservisa je standard u projektovanju web aplikacija današnjice. Omogućava podelu sistema na nezavisne servise, omogućava nezavisno postavljanje na server tih servisa i njihovo jednostavno skaliranje. Arhitektura mikroservisa uvodi i određene probleme poput intenzivnije komunikacije između servisa, težeg održavanja konzistentnosti podataka u sistemu itd.

Arhitektura mikroservisa predstavlja rešenje mnogih problema kod aplikacija internet stvari. Vrlo često je potrebno skladištiti ili analizirati veliku količinu podataka. Ako bi postojao nezavistan servis koji skladišti podatke, on bi se mogao skalirati u toj meri, da sistem može da nastavi da normalno funkcioniše. Ako iz nekog razloga, servis za analitiku ne funkcioniše, to neće dovesti do pada celog sistema. Sistem razvijen na ovaj način je pouzdan, otporan na padove, ima nizak down time i skalabilan je.

U narednom poglavlju biće proučene različite arhitekture IoT platformi. Proučiće se prednosti i mane svake arhitekture. Poseban akcenat biće dat na arhitekturi mikroservisa, budući da je ona fokus ovog rada. U trećem poglavlju je opisana implementacija IoT

platforme bazirane na arhitekturi mikroservisa. Četvrto poglavlje je diskusija o prednostima i manama ovog sistema, kao i o mogućnostima za poboljšanje implementiranog prototipa.

## 2. ARHITEKTURE IOT PLATFORMI

### 2.1. IoT platforma

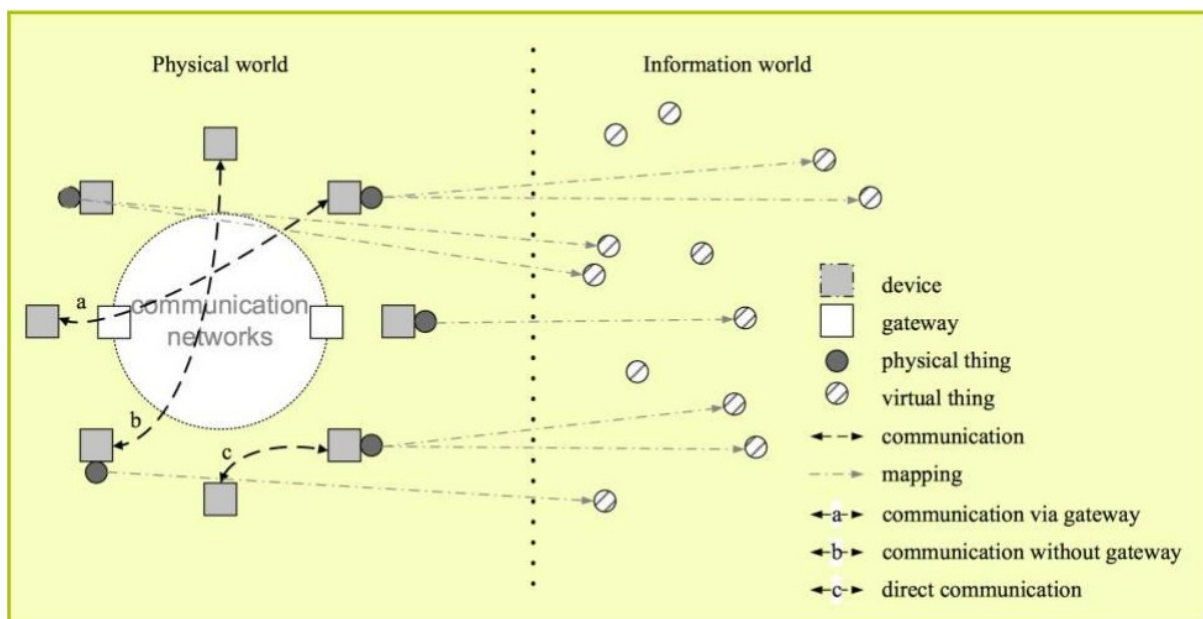
Internet stvari (engl. *Internet of things*) predstavlja mrežu povezanih *stvari* (engl. *things*). Stvari predstavljaju fizičke uređaje ili servise koji se izvršavaju na nekoj mašini. Stvari imaju ugrađene u sebe senzore kojima mogu prikupljati informacije iz svoje spoljašnjosti. Zatim tako prikupljene informacije mogu obrađivati ili slati drugim uređajima.

[1]

Stvari se dele na:

- *Fizičke stvari*
- *Virtuelne stvari*

Fizičke stvari su hardverski uređaji koji imaju senzore, pomoću kojih detektuju stvari iz svoje okoline. Imaju sposobnost *aktuacije* tj. reagovanja na događaje i uticaja na svoju okolinu. Fizičke stvari mogu da detektovane podatke šalju drugim uređajima. Primeri fizičkih uređaja su industrijski roboti, senzori, Raspberry Pi itd. Virtuelne stvari postoje u vidu softvera. Virtuelnim stvarima se može pristupiti, mogu se čuvati, i obrađivati. Primeri virtuelnih stvari su multimedijalni sadržaj i aplikativni softver.<sup>[2]</sup> Na slici 1 dat je prikaz jednog IoT sistema i interakcija između fizičkih i virtuelnih stvari.



Slika 1: Ilustracija virtuelnih i fizičkih stvari <sup>[2]</sup>



Komunikacija između stvari se dešava preko interneta. Internet stvari obuhvata i vidove komunikacije poput machine-to-machine (srp. Mašina sa mašinom), bežične senzorske mreže, senzorske mreže, 2G/3G/4G/5G, GSM, GPRS, RFID, WI-FI, GPS itd. Ovi vidovi komunikacije omogućuju interakciju između različitih tipova uređaja. **Enabling technologies...** <sup>[3]</sup>.

## **2.2.Monolitna arhitektura**

## **2.3.Mikroservisna arhitektura**

## **2.4.Komparativna analiza arhitektura**

### **3. IMPLEMENTACIJA IOT PLATFORME ZASNOVANE NA ARHITEKTURI MIKROSERVISA**

#### **4. PREDLOZI ZA POBOLJŠANJE RAZVIJENOG PROTOTIPA**

## 5. ZAKLJUČAK

Закључак се даје у облику кратких и јасних реченица које представљају осврт на главне доприносе (резултате) у мастер раду. У закључку треба истаћи потенцијалну примену добијених резултата. На крају закључка обично се дају смернице за будући рад у вези теме рада, а имајући у виду намеру да будући читаоци рада добију добру основу за проширивање и унапређење истраживања.

Треба водити рачуна да закључак треба да буде концизан и јасан, без сувишних детаља и понављања претходних реченица. Уобичајено се закључак пише у обиму до 1 странице А4 формата.

# LITERATURA

- [1] Vikipedijini korisnici, "Internet stvari," Vikipedija, , [//sr.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82\\_%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8&oldid=23043878](https://sr.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8&oldid=23043878) (pristupljeno jul 30, 2021).
- [2] Zennaro M., "Introduction to the Internet of Things", ITU, [https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2017/Nov\\_IOT/NBTC%E2%80%93ITU-IoT/Session%201%20IntroIoTMZ-new%20template.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2017/Nov_IOT/NBTC%E2%80%93ITU-IoT/Session%201%20IntroIoTMZ-new%20template.pdf) (pristupljeno jul 30, 2021)
- [3] Salazar C. et al, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges" Research Gate, [https://www.researchgate.net/publication/330425585\\_Internet\\_of\\_Things-IOT\\_Definition\\_Characteristics\\_Architecture\\_Enabling\\_Technologies\\_Application\\_Future\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/330425585_Internet_of_Things-IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_Challenges) (pristupljeno jul 30, 2021)
- [4] Katiraei, F.; Iravani, M.R.; Lehn, P.W., "Micro-grid autonomous operation during and subsequent to islanding process," Power Delivery, IEEE Transactions on , vol.20, no.1, pp.248,257, Jan. 2005, doi: 10.1109/TPWRD.2004.835051
- [5] Electromagnetic Compatibility (EMC), Part 2: Environment, Section 8: Voltage Dips and Short Interruptions on Public Electric Power Supply Systems With Statistical Measurement, IEC Standard 61000-2-8, 2000.
- [6] A. Trzynadlowski, Control of Induction Motors, Academic Press, New York, 2001.
- [7] Web-site <http://www.tecategroup.com> [Accessed July 2011].
- [8] Web-site <http://www.plagiarism.org/> (pristupljeno 1. oktobra 2014.).
- [9] Uputstvo za učenje: Pisanje eseja, Izbegavanje plagijata, Navodjenje referenci korišćenjem Harvard sistema (sistem autor-datum), Ekonomski fakultet, Beograd, 2009.