

# Distribuirana arhitektura za skalabilno motrenje i nadzor

---

Šerić, Ljiljana; Rezo, Frano; Balić, Dubravko

*Source / Izvornik:* **Common Foundations 2018 - uniSTem: 6th Congress of Young Researchers in the Field of Civil Engineering and Related Sciences, 2018, 232 - 237**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

<https://doi.org/10.31534/CO/ZT.2018.32>

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:995175>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-01**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

## Distribuirana arhitektura za skalabilno motrenje i nadzor

Ljiljana Šerić<sup>1</sup>, Frano Rezo<sup>1</sup>, Dubravko Balić<sup>2</sup>

(1) Sveučilište u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Republika Hrvatska, {ljiljana.seric,frano.rezo00}@fesb.hr

(2) Hipersfera d.o.o., Republika Hrvatska

### Sažetak

U različitim sustavima, bez obzira na njihovu svrhu, često je potrebno realizirati kontinuirani nadzor i motrenje prostorno distribuiranog područja obuhvaćenog sustavom senzora. Porastom broja i vrste senzora, rastu i zahtjevi na temeljnu infrastrukturu koje nije lako proširivati za vrijeme rada sustava. U ovom je radu predložena arhitektura za prostorni nadzor i motrenje temeljena na virtualnim poslužiteljima koja pojednostavljuje skalabilnost. Dodatno je postignuta dostupnost resursa i tolerancija grešaka. Arhitektura je primijenjena na inteligentnom sustavu za videonadzor i motrenje šumskih požara te je dana usporedba monolitne i distribuirane arhitekture.

*Ključne riječi: arhitektura, nadzor, motrenje, Internet stvari*

## Distributed architecture for scalable observation and surveillance

### Abstract

In different systems, no matter what their purpose is, it's often needed to manage continuous surveillance and observation over space distributed area covered by the sensor system. With increased number and class of sensors, requirements for basic infrastructure are also increased, which are not easy to expand during operation. In this paper, an architecture based on virtual servers for space surveillance and observation is proposed, which simplifies scalability. Additionally, the availability of resources and error tolerance is accomplished. Architecture is applied to the intelligent system of forest fire video surveillance and observation with the comparison of monolithic and distributed architecture.

*Keywords: architecture, surveillance, observation, Internet of Things*

## 1. Uvod

Prve aplikacije razvijane su za pogonjenje na mainframe računalima kojima se pristupalo s udaljenih slabih terminala. Nakon toga su rađene desktop aplikacije za osobna računala, no danas, uz mogućnost pristupa internetu u skoro svakom trenutku, najveći trend su aplikacije s web sučeljem.

Aplikacije s web sučeljem imaju specifičnu prednost da su standardnim web sučeljem s različitih uređaja dostupne širokom krugu korisnika, dok se obrada i pohrana podataka koji se prikazuju korisnicima često odvija na udaljenim serverskim računalima koja za to imaju potrebne resurse.

Razvojem senzorskih mreža [1] omogućeno je motrenje teško dostupnih lokacija sensorima malih dimenzija s bežičnom komunikacijom i baterijskim napajanjem. Ovakvi uređaju imaju energetska autonomiju, a bežičnim putem svoje podatke dostavljaju korisnicima. Uvođenjem obrade podataka direktno u mreži senzora, integracija izvršnih elemenata s okolišem još je izraženija [1][2][3].

Trend povezivanja računala na globalnu mrežu proširio se i na razne uređaje [1][2]. Povezivanjem različitih uređaja na internet došlo je do pojave interneta stvari (eng. Internet of Things) čime se internet više ne smatra samo mrežom povezanih računala, nego raznih uređaja koji su sposobni komunicirati jedni s drugima i s krajnjim korisnicima - ljudima.

Među uređajima interneta stvari posebno mjesto zauzimaju razni senzori koji ugrađeni direktno u nadzirani prostor, mjere parametre za koje su namijenjeni te izmjerene podatke o trenutnom stanju mogu odašiljati.

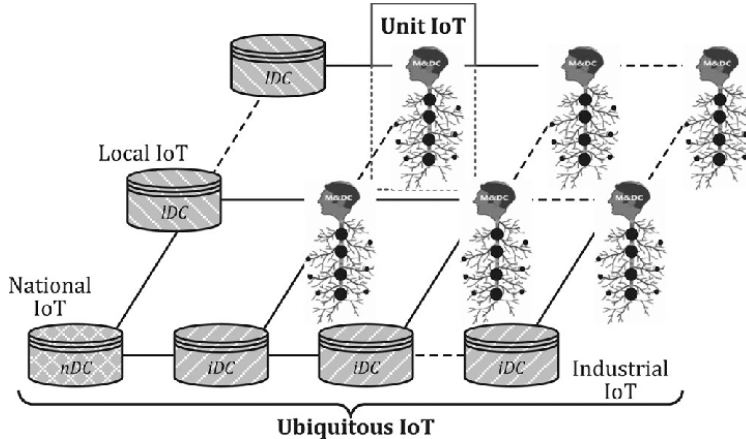
Sustavi za nadzor i motrenje su sustavi kod kojih se sensorima mjere i prate parametri sustava, ti parametri se analiziraju i arhiviraju te se u slučaju alarmnih vrijednosti očitavanja sa senzora, poduzimaju odgovarajuće aktivnosti. Korištenjem više senzora različitih vrsta, povećava se količina informacija dostupna za analizu, te se one mogu kvalitetnije i odraditi. Složenije analize zahtijevaju obradu računalom boljih performansi te se ne mogu odraditi na senzoru ili ugradbenim uređajima što znači da je podatke sa senzora potrebno dostaviti na računalo za obradu.

Sustavima za nadzor i motrenjem pojava interneta stvari omogućeno je oslanjanje na infrastrukturu interneta kako bi se povezali prostorno dislocirani dijelovi sustava, a cjelokupni sustavi reorganizirali u nove vrste arhitektura čime se razdvajaju funkcionalni dijelovi sustava.

Tu se često spominje pojam U2IoT [5] (eng. Unit and Ubiquitous Internet of Things) koji predstavlja tipični primjer arhitekture interneta stvari koji obuhvaća široki spektar interakcija između sveprisutnih stvari. Slika 1 prikazuje arhitekturu U2IoT-a koja se sastoji od jediničnih i sveprisutnih interneta stvari.

Jedinični internet stvari (eng. Unit IoT) je temeljni internet stvari u cilju pružanja rješenja za specifične primjene, odnosno aplikacije. Njegova arhitektura se najčešće može usporediti s čovjekovim živčanim sustavom (eng. man-like nervous system - MLN system), tako da mozak predstavlja upravljački i podatkovni centar (eng. management and data center - M&DC), leđna moždina distribuirane kontrolne čvorove, a mreža živaca predstavlja senzore

i aktuatora, odnosno mrežu interneta stvari. Jedinični IoT funkcioniše tako da mreža preko senzora i aktuatora prenosi podatke do odgovarajućih kontrolnih čvorova, te upravljačkog i podatkovnog centra koji prima, obrađuje i šalje poruke natrag prema aktuatorima za upravljanje stvarima.



Slika 1. Arhitektura U2IoT-a [6]

Sveprisutni internet stvari (eng. *Ubiquitous IoT*) predstavlja skup više jediničnih interneta stvari koji mogu kreirati 4 skupine s različitim ciljevima i uslugama:

- Lokalni IoT - sastoji je od više jediničnih IoT-a unutar određene regije;
- Industrijski IoT - sastoji se od više jediničnih IoT-a koji pripadaju određenoj industriji;
- Nacionalni IoT - upravlja svim jediničnim IoT-ima unutar određene nacije, te kontrolira lokalne i industrijske IoT-e koji spadaju u tu naciju;
- Globalni ili internacionalni IoT - odnosi se na specifičnu primjenu na globalnoj razini.

Slojevite arhitekture tipične su za ovakve sustave gdje se na vertikalnim slojevima podaci prikupljaju, zatim obrađuju te konačno prezentiraju korisniku. U ovom radu predstavljamo arhitekturu koja proširuje predloženi model horizontalno distribuiranim virtualnim računalima za obradu kojoj je cilj izolirati pojedinačne procese obrade i potpomoći skalabilnost ukupnog sustava. Rezultati distribuiranih obrada prezentiraju se korisniku na integriranom sučelju.

## 2. Funkcionalnosti sustava za nadzor i motrenje

Sustav za nadzor i motrenje sastoji se od osjetilnih uređaja - senzora postavljenih u nadzirani okoliš kojim se mjere parametri okoliša, te komunikacijske i računalne opreme kojim se postiže željene funkcionalnosti. Iako funkcionalnosti ovakvog sustava ovise o vrsti nadziranog okoliša, neke elemente možemo izdvojiti kao generalne funkcionalnosti.

Većim brojem senzora postiže se bolja preciznost i korisnost cjelokupnog sustava, ali istovremeno prikupljanje i obrada podataka postaje složenija jer se podaci sa svih senzora moraju računalno istovremeno obraditi. Kod takvih sustava je potrebno omogućiti:

- kontinuiranu dostupnost podataka senzora u realnom vremenu,
- alarmiranje u slučaju nedopuštenih vrijednosti,
- čuvanje, pregled i pretragu pohranjenih arhivskih podataka,
- podešavanje parametara sustava,
- razine korisnika i pristup temeljen na ulozi.

Ovakvi sustavi imaju i nefunkcionalne zahtjeve kao što je paralelna obrada podataka, minimalni hardver, sigurna mreža (eng. *firewall*), pristup s bilo koje lokacije, stabilnost sustava (bez utjecaja pojedinačnih kvarova na cjelokupan sustav), kompletan softver bez potrebe za dodatnim instalacijama i sl.. Specifičnost opisanog sustava je u tome što predstavlja vrlo dobar primjer povezanosti jediničnog i sveprisutnog IoT-a. Naime, prikupljanjem podataka pomoću kamera i njihovom obradom se može opisati jedan jedinični IoT, a njihovim grupiranjem na odabranom području za nadzor postiže se lokalni IoT. Kako je sustav trenutno tehnološki jednak u svim odabranim područjima i aktivan na razini područja RH, može se svrstati pod industrijski i nacionalni IoT, s mogućnošću proširenja na internacionalni u budućnosti.

### 3. Distribuirana arhitektura temeljena na virtualnoj okolini

Predložimo arhitekturu koja se oslanja na pretpostavku da se prostorni senzori mogu klasterirati u motrilačke lokacije i na taj način promatrati izolirano. Osnova arhitekture je razdvajanje cjelokupnog računalnog sustava za motrenje i nadzor na motrilačke lokacije čija se programska podrška pogoni na jednom virtualnom računalu koji ima svoju pohranu, svoje podatke i svoje procese.

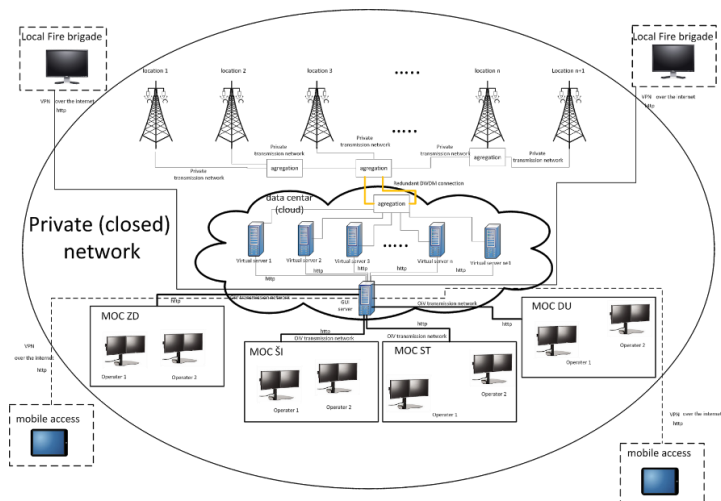
Tehnologija virtualizacije koja podržava ovakvu arhitekturu [7] jest virtualizacija na razini operacijskog sustava koja omogućava optimizirano korištenje jezgre operacijskog sustava (kernela) domaćina pomoću virtualnih računala motrilačkih lokacija, dok je istovremeno potpomognuta sigurnost podataka i procesa obrade. Korisnički pristup sustavu ostvaruje putem dodatnog virtualnog servera putem kojeg se provodi autorizacija i autentifikacija korisnika te dohvat i prikaz korisničkog sučelja za pristup podacima, arhivi i upravljanje sustavom. Korisnicima se omogućava pristup i/ili administracija samo onim elementima sustava za koje imaju ovlaštenja.

Virtualni serveri motrilačke lokacije sa sensorima na terenu komuniciraju putem HTTP zahtjeva i odgovora. Koristi se PULL pristup, tj. server zahtijeva od senzora u periodičnim trenucima i šalje naredbe nakon obrade. Cjelokupna komunikacija sustava ostvarena je putem HTTP protokola čime je olakšano mrežno administriranje jer se proširenje novim motrilačkim lokacijama ostvaruje jednostavnim kloniranjem virtualnog servera.

### 4. Case study - Sustav za videonadzor i motrenje šumskih požara

Početak razvoja sustava IPNAS (Inteligentni protupožarni nadzorni sustav) započeo je 2003. godine. Radi se o web informacijskom sustavu koji se temelji na osjetilima poput videokamera i meteoroloških osjetila postavljenih na motrilačkim lokacijama otvorenog prostora i serverske programske podrške za dohvat, provjeru, obradu, pohranu i prezentaciju podataka. Programska podrška sustava provodi kontinuirano motrenje štićene

površine i obradu i analizu podataka u cilju detekcije šumskog požara, odnosno pojave dima ili vatre na slici i podacima. Sučelje korisnika izvedeno je kao web sučelje u kojem su korisniku u realnom vremenu dostupne slike s terena, informacije o požarnim alarmima i sučelje za pregled arhivskih snimki.



**Slika 2.** Distribuirana arhitektura sustava za inteligentni protupožarni nadzor i motrenje

Klijent-server arhitektura osigurava dostupnost sustava autoriziranim korisnicima s bilo kojeg mjesta na svijetu i s bilo kojeg računala. Međutim monolitna arhitektura sustava dopušta maksimalan broj od 3 motrilačke lokacije, odnosno 6 videokamera na jedan sustav. U slučaju potrebe za većim brojem lokacija upogonjeni su novi serveri s novom instalacijom programske podrške koji radi potpuno neovisno o prvom serveru.

Inicijativom da se sustavom protupožarnog videonadzora pokrije veća površina, prihvaćena je nova distribuirana arhitektura (Slika 2) koja dopušta proširenje sustava novim lokacijama, uz dovoljnu izolaciju procesa i podataka lokacije, ali s mogućnosti integracije prikaza podataka na jedinstvenom sučelju s jedinstvenom autorizacijom. Tako se distribuirana arhitektura odnosi na distribuciju podataka za obradu jednako kao i na njihovo prikupljanje.

## 5. Usporedba performansi monolitne i distribuirane arhitekture

Pored željenih efekata poboljšane skalabilnosti i lakšeg održavanja cjelokupnog sustava, usporedili smo i opterećenje resursa sustava organiziranog prema klasičnoj monolitnoj arhitekturi i novoj distribuiranoj.

Sustav organiziran kao monolitni sastoji se od tri motrilačke lokacije s po dvije videokamere, odnosno ukupno 6 videokamera čije se slike dohvaćaju i obrađuju te pohranjuju na jednom serveru. Opterećenje ovog sustava usporedili smo s opterećenjem virtualnog servera jedne lokacije, uz usporedbu iskorištene memorije i parametara rada procesora. Usporedba performansi dvaju arhitekture dana je u Tablici 1.

## 6. Zaključak

U ovom je radu opisana distribuirana arhitektura dizajnirana za potrebe sustava nadzora i motrenja sensorima prostorno raspoređenim po motrilačkim lokacijama. Cilj je bio omogućiti izolaciju motrilačkih lokacija, skalabilnost i integrirano korisničko sučelje. Predložena arhitektura temelji se na instalaciji virtualnih poslužitelja motrilačkih lokacija koji su zaduženi za dohvat, pohranu, obradu i isporuku podataka sa senzora lokacije. Osim željene skalabilnosti i lakšeg održavanja, kod ove arhitekture primijećeno je i optimalno korištenje računalnih resursa u odnosu na monolitnu arhitekturu. Zanimljivo je da je korištenje memorije sustava kod monolitne arhitekture veće nego kod virtualnog servera jedne lokacije. Razlog ovome je delegiranje poslova oko korisničkog sučelja i autentifikacije posebnom virtualnom serveru za integraciju informacija na web korisničkom sučelju.

**Tablica 1.** Rezultati usporedbe performansi

	Monolitna arhitektura	Distribuirana arhitektura
Broj spojenih kamera	6	2
Korišteno memorije (KiB)	26453350,2	3834604
Korišteno memorije po kameri (KiB)	4408891,7	1917302
Prekidi procesa (eng. SW Interrupt)	0,86	0,035
Slobodno vrijeme procesora (eng. CPU Idle)	21,36	61,495

## Literatura

- [1] SearchEnterpriseWAN (TechTarget) - What is a sensor network?, <https://searchenterprisewan.techtarget.com/What-is-a-sensor-network>, 12.07. 2018.
- [2] IoT Agenda - What is pervasive computing (ubiquitous computing)?, <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/pervasive-computing-ubiquitous-computing>, 12.7. 2018.
- [3] Friedewald M., Raabe O.: Ubiquitous computing: An overview of technology impacts, Science Direct, Telematics and Informatics, 2010, doi: 10.1016/j.tele.2010.09.001
- [4] ZDNet, Steve Ranger - What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now, <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>, 12.7. 2018.
- [5] Ning, H.: Unit and Ubiquitous Internet of Things, CRC Press, 2013, ISBN: 9781466561663
- [6] Ning H., Liu H., Yang L. T.: Aggregated-Proof Based Hierarchical Authentication Scheme for the Internet of Things, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 26(3), pp. 657-667, 2015, doi: 10.1109/TPDS.2014.2311791
- [7] CARNet: Virtualizacija računala, CCERT-PUBDOC-2009-12-285, <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/NCERT-PUBDOC-2009-12-285.pdf>, 13.7.2018.