

Industrijski internet stvari (IIoT) – strategije i koncepti

Saša D. Milić, Slavko Veinović

Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Univerzitet u
Beogradu, Srbija, Beograd
s-milic@ieent.org
slavko.veinovic@ieent.org

Milan Ponjavić

Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu
Srbija, Beograd
milan@el.etf.rs

Sažetak—Rad se u osnovi bavi praktičnom primenom „industrijskog interneta stvari – IIoT“. Koncepti povezivanja „pametnih“ uređaja, uz primenu većeg broja standardnih komunikacionih protokola i pristupnih mrežnih tačaka, omogućavaju rad nad podacima u „oblaku“ u kome se vrše analize, procene, obrade, planiranje,... uz primenu velikog broja metoda, algoritama i strategija. U radu je dat detaljan pregled i osnovne karakteristike, danas najkorišćenijih komunikacionih i zaštitnih protokola koji su primenljivi u IIoT-u i IIoT-u. Sa praktičnog aspekta, prikazane su dve koncepcije IIoT-a. Prva koncepcija, nazvana „otvorena koncepcija“ je standardna koncepcija IIoT-a. Druga koncepcija, nazvana „poluotvorena koncepcija“ treba da omogući pouzdaniji rad industrijskog pogona sa aspekta onemogućavanja zlonamernog pristupa merenim podacima i da onemogući pokušaje promena i degradiranja proizvodnih parametara.

Ključne reči—industrijski internet stvari, komunikacioni protokoli, koncepti IIoT-a.

I. UVOD

Današnja industrijska inovativna kretanja obeležava spoj virtuelnih i fizičkih sistema u jedinstvenu celinu poznatu kao „industrijski internet stvari – IIoT“. IIoT stvara ambijent za nova tehnološka rešenja i unapređene poslovne modele [1] kroz umrežavanje velikog broja memnih, kontrolnih i upravljačkih uređaja i sistema uz primenu složenih programskih rešenja, baza podataka, baza znanja, a posredstvom računarskih mreža.

„Živimo u doba četvrte industrijske revolucije (Industry 4.0)“, vole da kažu upućeni u istoriju tehnike. Drugi, ovaj termin koji je nastao 2011. godine, vezuju za jačanje nemačke ekonomije. U osnovi, ovaj termin je zajednički za tehnologije i koncepte proizvodnih organizacija i zasnovan je na ideji postojanja virtuelnih sistema koji prate fizičke procese u realnom vremenu sa ciljem decentralizovanog donošenja odluka.

Međutim, pojam „internet stvari“ (Internet of Things – IoT) je malo stariji. Njega je u upotrebu uveo Kevin Ešton (Kevin Ashton) 1999. godine sa ciljem da naznači potrebu značajnijeg uvođenja računara u svet oko nas. Sad, posle dvadeset godina, svedoci smo značaja Kevinovog vizionarstva. Danas IoT predstavlja povezanost virtuelnog sveta, sa veoma velikim brojem, kako malih i jednostavnih, tako velikih i složenih, uređaja i tehničkih sistema iz našeg okruženja. U tom virtuelnom svetu dominiraju podaci dobijenim preko različitih računarsko komunikacionih kablovskih i bežičnih mreža, obrađivani različitim softverima na osnovu brojnih metodologija,

koncepcija i algoritama. Drugim rečima rečeno, umrežavanje, internet i digitalizacija našeg okruženja za posledicu imaju sveprisutnu povezanost ljudi, ideja, strategija, metodologija, baza znanja i baza podataka sa fizičkim uređajima i tehničkim sistemima u svim oblastima kojima je prisutna tehnika.

U osnovi, IoT predstavlja daljinsku razmenu podataka sa ciljem pružanja novih usluga iz skoro svih oblasti svakodnevnog života. Ove „nove“ usluge imaju za cilj podizanje kvaliteta života, smanjenje troškova, podizanje nivoa sigurnosti i pouzdanosti funkcionisanja uređaja i sistema i sl. IoT takođe predstavlja sinergiju tehničkih uređaja i računarske i mrežne opreme sa programskim rešenjima uz primenu velikog broja praktično primenljivih strategija donošenja odluka, analiza i obrada podataka, dugoročnog i kratkoročnog planiranja, predikcije kvarova, unapređenje održavanja kapitalne i skupe opreme i sistema primenom strategija održavanja po stanju uz veoma brzo proračunavanje verovatnoće pojave neželjenih efekata, i sve to u nekoliko različitih radnih okruženja i na različitim nivoima (*stand-alone* platforme, *cloud*, *fog*...).

Sa druge strane, industrijski internet stvari je nastao u SAD (Industrial Internet of Things – IIoT) i predstavlja nadgradnju IoT-a u industrijskom sektoru. Glavna razlika između IoT-a i IIoT-a je u tome što se IoT fokusira na pogodnosti za individualne korisnike, dok je IIoT snažno fokusiran na poboljšanje efikasnosti, sigurnosti i produktivnosti sa krajnim ekonomskim ciljevima poput: proširenje investicija, povrata ulaganja, *online* i u realnom vremenu proračun i praćenje berzanskih parametara i niz drugih vrednosnih kategorija. IoT je mnogo više baziran na relacijama čovek-uređaj, dok je IIoT fokusiran na relacije uređaj-uređaj odnosno mašina-mašina (ovaj koncept je poznat od ranije kao M2M) i, generalnije govoreći, na relacijama uređaj-čovek-uređaj-objekat-transport-infrastruktura. Krajnja svrha razvijanja različitih kontrolno-upravljačkih strategija za primenu u IIoT-u je da se postigne efikasniji i jednostavniji daljinski nadzor, kontrola i upravljanje, kako nad mašinama i industrijskim uređajima, tako i nad proizvodnim procesima i kompleksnim tehničkim sistemima.

II. TEHNOLOŠKO OKRUŽENJE, OČEKIVANJA I PERSPEKTIVE

Uvođenje IIoT-a zahteva sveobuhvatne promene, kako u individualnom tako i u poslovnom okruženju, uključujući fizičku umreženost i logičku povezanost između računara, mašina i stručnjaka sa ciljem unapređenja industrijskih operacija uz upotrebu naprednih strategija, metoda i algoritama za

sveobuhvatnu analizu podataka i donošenje zaključaka. „Industrijski internet stvari“ (Industrial Internet of Things – IIoT) je nastao kao posledica, ili bolje rečeno odgovor, na brojna pitanja koja je postavio IoT sa uplivom u industrijske sisteme i velike tehničke korporacije.

Postoji veoma veliki broj definicija za IIoT, počev od onih jednostavnih da je IIoT upotreba IoT tehnologija u proizvodnji, preko toga je je IIoT skraćena za IoT u industrijskoj primeni, pa sve do složenih definicija koje bliže objašnjavaju IIoT [2]:

“IIoT je sistem koji se sastoji od umreženih pametnih objekata, virtuelno-fizičkih sredstava, pripadajućih informacionih tehnologija i računarskih platformi u oblaku (cloud), magli (fog) ili u lokalu na samim fizičkim uređajima, koji omogućavaju u realnom vremenu inteligentan i autonomni pristup, prikupljanje, analizu, komunikaciju i razmenu procesa, proizvoda i/ili servisnih informacija u industrijskom okruženju sa ciljem optimizacije proizvodnje. Ova optimizacija se može odnositi na: poboljšanje isporuke proizvoda ili usluga, povećanje produktivnosti, smanjenje radnih troškova, smanjenje potrošnje energije i skraćivanje vremena celokupnog proizvodnog ciklusa od trenutka naručivanja do trenutka isporuke gotovog proizvoda.”

IIoT je u potpunosti objedinio informacione i operativne (radne, transportne i proizvodne) tehnologije u industrijskom sektoru. Ovo objedinjavanje nije revolucionarno jer u praktičnoj upotrebi odavno postoje sistemi, poput SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) koji su to realizovali na nižem hijerarhijskom (pogonskom) nivou. Međutim, uvođenjem IIoT, veliki broj procesa u industriji (kontrola, upravljanje, analiza, sinteza, procena, donošenje odluka,...) se može izmestiti, ili se već izmešta iz neposrednog radnog okruženja. Očekivanja od uvođenja IIoT-a nisu mala. Na prvom mestu se očekuje značajno smanjenje troškova i skraćivanje različitih vremenskih proizvodnih ciklusa potrebnih za obradu i analizu podataka, a potom i adekvatno brzo donošenje odluka. Jedna od novijih prednosti je svakako transparentnost industrijskih procesa gde je na primer moguće ostvariti: trenutni udaljeni pristup arhiviranim podacima, trenutnu komunikaciju sa stručnim (ekspertskim) timovima, brz odgovor na postavljena pitanja od istraživačko razvojnih timova, sveobuhvatne *online* analize upotrebom najrazličitijih programskih paketa, kontrolu procesa, podešavanje i prepodešavanje parametara, backup podataka i *upgrade softvera*, blagovremeno obaveštavanje o potencijalnim degradacionim procesima, predikciju kvara i procenu životnog veka i dr.

U mnogim industrijskim pogonima, s obzirom na stanje njihovih informacionih i komunikacionih mreža, hardverskih mogućnosti, postojećih višeparametarskih kontrolnih i monitoring sistema sa zatvorenom strukturom itd. nije moguće implementirati IIoT u punom kapacitetu.

Takođe nije jednostavno uklopiti i sinhronizovati postojeće strategije kontrole, upravljanja i odlučivanja između informacionog (IT) i proizvodno-operativnog sektora (POS) u jednom te istom industrijskom pogonu. Neretko se dešava da IT daje prednost, mrežnim servisima, brzini prenosa i protoku podataka, smanjenju troškova i zaštiti računarsko komunikacione i informacione mreže od potencijalnih (cyber)

napada, dok POS daje prednost proizvodnoj produktivnosti, energetske efikasnosti, planiranom održavanju i pogonskoj spremnosti. Povezivanje IT i POS mreža u svakom preduzeću, industrijskom objektu, proizvodnom pogonu, elektrani i sl. jeste neophodno da bi se ostvarila razmena podataka između ovih mreža, odnosno to jeste osnovni preduslov za uvođenje IIoT-a. Ograničenja koje treba prevazići, u smislu prethodno rečenog, se ogledaju u sledećem:

- Postojeći sistemi, njihovo prilagođenje i uvođenje u okvire IIoT strategije:
 - SCADA sistemi
 - HMI (human machine interface) paneli
 - višeparametarski nadzorni sistemi
 - lokalne mreže smart senzora sa specifičnim protokolima
- Postojeća neusaglašenost mnogobrojnih protokola za razmenu podataka
- Različiti postojeći komunikacioni interfejsi, i uvođenje novih.
- Zastarela komunikaciona oprema, ali i postojeća merno-kontrolno-upravljačka oprema koja nema mogućnosti slanja podataka i komunikacije sa drugim sistemima
- ...

Prvi, ali svakako ne i jedini, korak ka rešavanju pomenutih problema je uvođenje jedinstvenih protokola koje prihvataju proizvođači opreme [3], zatim širenje i modernizacija postojećih računarskih mreža.

III. IIoT – TEHNOLOŠKI IZAZOVI PRIMENLJIVOST

Na osnovu današnjih trendova i projektovanih budućih kretanja i razvoja IIoT-a, treba očekivati ubrzan razvoj i značajne tehnološke prodore u oblastima koje definišu “pametne energetske, industrijske i urbane sredine” (Sl.1.) kroz niz pojmova kao što su: pametni gradovi, pametne zgrade, pametne fabrike [4], pametne elektrane, pametni obnovljivi izvori energije, pametni aerodromi, pametna vozila, pametni prenosivi uređaji (mobilni telefoni, laptopovi, tablet računari) i dr. [5].



Slika 1. Pametne energetske, industrijske i urbane sredine: 1) pametni vetroparkovi, 2) pametne solarne elektrane, 3) pametne nuklearne elektrane, 4) pametne sportske dvorane, 5) pametne poslovne i stambene zgrade, 6) pametne hidroelektrane, 7) pametne termoelektrane, 8) pametne fabrike, 9) pametni aerodromi, ...

Međutim, za razliku od opšteg koncepta IoT-a, praktična realizacija IIoT koncepta polazi od više karakterističnih činilaca. Prvo treba prepoznati više koraka, odnosno delova jednog te istog sveobuhvatnog okvira IIoT-a:

1. Industrijski sektor (gruba podela):

- Proizvodnja:
 - Teška industrija i metalurgija
 - Hemijska industrija
 - Elektronska industrija
 - Roba široke potrošnje (konfekcija, bela tehnika...)
 - Štamparije
 - ...
- Energetika:
 - Hidroelektrane
 - Termoelektrane
 - Nuklearne elektrane
 - Vetroparkovi
 - Solarne elektrane
 - Male hidroelektrane
 - Elektromreža i prenos električne energije (trafostanice, dalekovodi, razvodna postrojenja, ...)
 - Distribucija električne energije (trafostanice, distributivna mreža, dispečerski centri, ...)
- Rudarstvo
- Poljoprivreda (i sve njene grane)
- Transport:
 - Vazdušni
 - Železnički
 - Drumski

2. Povezanost uređaja i sistema:

- Vrsta konekcije:
 - Žična
 - Optička
 - Bežična
- Vremenske odrednice u prenosu podataka:
 - prenos podataka u realnom vremenu
 - prenos podataka sa definisanim kašnjenjem
 - sinhroni prenos podataka
- Zaštita linkova za prenos podataka:
 - Enkripcija
 - Identifikacija
 - Autorizacija
 - Provera identiteta
- Kategorije protokola (prenos podataka i zaštita komunikacije) [6 - 8]:
 - Bluetooth protocol – BLE (Bluetooth Low Energy)
 - WiFi standard 802.11
 - ZigBee - podesan za prenos manjih paketa podataka na 2,4GHz)
 - MQTT (Message Queue Telemetry Transport) – podesan za monitoring sisteme
 - CoAP (Constrained Application Protocol) – podesan za komunikaciju sa uređajima koja poseduju izvesna ograničenja sa aspekta pouzdanosti i zaštite)
 - OSCORE – sigurnosni IoT komunikacioni protokol za krajnje (end-to-end) korisnike koji štiti aplikativni

nivo poruka na zahteve i odgovore i to tako što ugrađuje u originalne poruke 11-13 bajtova sa identifikatorima.

- DDS (Data Distribution Service) – standardni protokol za prenos podataka u realnom vremenu pogodan za komunikaciju između samih uređaja (machine-to-machine communication).
 - NFC (Near Field Communication) – protokol koji se koristi za komunikaciju i razmenu podataka između uređaja i korisničkih kartica ili platnih kartica (za novčane transakcije) na bliskom rastojanju do 4cm.
 - Cellular – protokol koji se koristi za prenos velikih paketa podataka putem GSM/3G/4G mreža.
 - AMQP – protokol orijentisan na poruke i najviše se koristi na aplikativnom nivou za razmenu poruka i čine ga tri glavne komponente (razmena poruka, red čekanja poruka i veza između razmene poruka i reda čekanja).
 - XMPP – IoT otvoren protokol pogodan za potrošački orijentisane korisnike. Budući da je otvoren protokol, on ne nudi QoS (Quality of Service) niti enkripciju između krajnjih korisnika što ga čini prilično ranjivim na *cyber* napade.
 - LoRaWAN – IoT protokol koji se koristi za velike mreže koje povezuju uređaje male potrošnje
 - RFID – protokol koji se koristi u uređajima koji se povezuju na bliskim rastojanjima od 10 cm do 20 cm preko elektromagnetnih polja (identifikacione kartice, skijaške kartice i dr.).
 - Z-Wave – IoT protokol koji se koristi za RF (radiofrekventno) povezivanje uređaja male potrošnje.
 - LwM2M (Lightweight M2M) – Ovaj IoT protokol je posebno dizajniran da omogući razmenu podataka između uređaja, primeni u aplikacijama za M2M (machine-to-machine) i daljinsko upravljanje uređajima sa smanjenjem potrošnje.
 - Sigfox – IoT protokol koji je pogodan za M2M (mašina-mašina) komunikaciju i razmenu podataka.
 - Thread – protokol baziran na IP-u koji obezbeđuje siguran prenos podataka. Ovo je u stvari IPv6 mrežni protokol baziran na 6LowPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks).
 - EnOcean – IoT protokol kreiran za komunikaciju sa bežičnim senzorima i uz moguću primenu tehnologije za prikupljanje i skladištenje energije (energy harvesting). Ovaj protokol je pogodan za primenu između senzora koji rade u teškim ambijentalnim uslovima elektromagnetnih smetnji i velikih temperaturnih promena. Ovaj protokol se koristi u transportnim sistemima, pametnim zgradama i industrijskoj automatizaciji. Pogodan je za primenu u otvorenom prostoru do 300m i u zatvorenom prostoru do 30m.
3. Programska rešenja (svih vrsta i obima i na svim poznatim platformama)
4. Baze podataka
5. Baze znanja

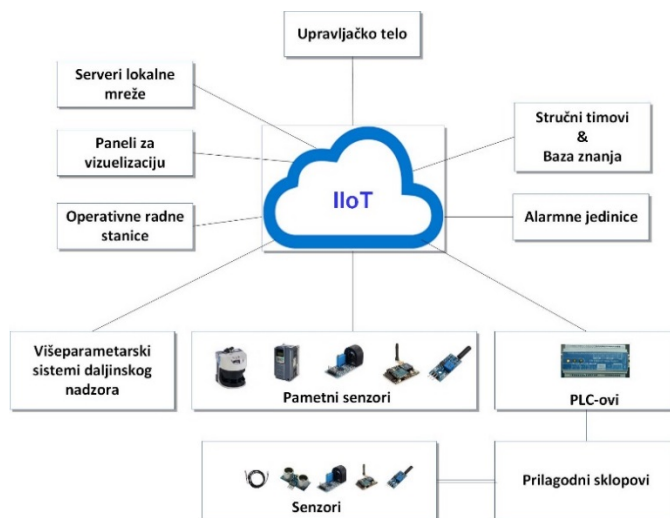
6. Metodologije i meme tehnike, analize i obrade podataka, teorije odlučivanja i planiranja, ...
7. ...

Iz prethodno pobrojanog se uočava složenost formiranja strategije i razvoja koncepta IIoT. Ova složenost postaje izraženija kad se u obzir uzmu činjenice da se mnoge oblasti preklapaju, da postoji više vrsta komunikacija sa jednim te istim sistemom ili uređajem i da je potrebno implementirati istovremeno više protokola.

U industrijskom sektoru se zahtevi definišu iz više pravaca. Ovi pravci su često istog prioriteta, pa kad npr. govorimo o zalihama i magacinima, tad treba istovremeno imati strategiju IIoT-a koja mora biti tržišno fleksibilna i koja može smanjiti vreme reakcije na promene ponude i potražnje. Pored toga, kompanije mogu postići vertikalnu integraciju. To uključuje pogodnosti poput trenutnog mrežnog pristupa servisnim timovima, trenutnog odgovora na promene proizvoda automatskim preuzimanjem novih proizvodnih podataka iz istraživanja i razvoja, implementacijom strategija održavanja i predikcije kvarova i pogonske spremnosti.

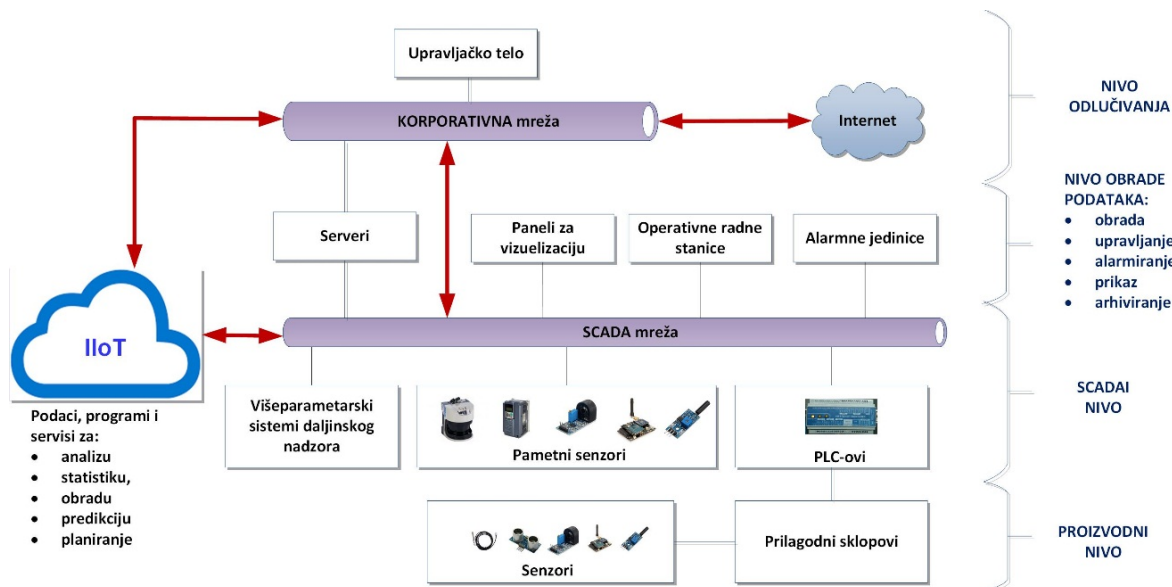
IV. DVA KONCEPTA IIoT-A

Gledano sa strane, deluje da koncept IIoT (Sl.2.) nema ograničenja i da se pogodnosti, svakim danom praktične primene njegovog koncepta, samo nižu. Ovaj koncept je prikazan uprošćeno, sa namerom da istakne suštinu. Na Sl.2. nisu naglašeni hijerarhijski nivoi ispod „oblaka“ (cloud) kao što su „magla“ (fog) [9] i najdalji „ivični nivo“ (edge) od oblaka.



Slika 2. Standardni (otvoren) koncept IIoT-a

Međutim, otvorena koncepcija IIoT-a povlači i niz rizika koji mogu biti limitirajući faktor u njenoj realizaciji. Otvorenost u pristupu, primena poznatih protokola i veliki broj načina za daljinski pristup podacima pružaju velike mogućnosti za zlonamerne napade na sisteme koji su uključeni u realizaciju sakupljanja, prenosa i obrade podataka [10]. U cilju prevazilaženja navedenih problema u ovom radu se predlaže specifična arhitektura IIoT-a tzv. „poluotvoren koncept“ (Sl.3.). Ovaj koncept se bazira na standardnom pristupu povezivanju i umrežavanju pametnih uređaja i sistema uz primenu definisane mrežne arhitekture i postojećih protokola.



Slika 3. Poluotvoren koncept IIoT-a

Osnovna razlika između poluotvorenog koncepta i otvorenog koncepta, izloženih u ovom radu, se sastoji u tome da nije dozvoljen direktan spoljni pristup proizvodnim jedinicama i bazičnim industrijskim procesima, već je pristup svim podacima iz pogona omogućen tek na SCADA nivou. Međutim, na nivou korporativne mreže i nivou donošenja strateških odluka, je zadržan koncept u kome se sve složene analize,

obrade podataka, planiranje i dr. aktivnosti mogu realizovati u „oblaku“. Ova koncepcija se može posmatrati i kao prelazna koncepcija od standardne koncepcije upravljanja pogonima ka novoj koncepciji oličenoj u IIoT-u. Očekuju se dva osnovna benefita ovakve koncepcije. Prva prednost poluotvorene koncepcije se odnosi na lakšu i celishodniju zaštitu podataka od cyber napada i zlonamernog pristupa osnovnom proizvodnom

industrijskom nivou. Druga prednost se odnosi na zadržavanje dosadašnje pouzdane koncepcije pristupa podacima, operativnim softverima, serverima sa bazama podataka i panelima za vizuelizaciju proizvodnih procesa, uz sve prednosti koje pruža rad u „oblaku“ (složene analize radnih režima i proizvodnih procesa, konsultacije i mišljenja stručnih timova, planiranje državanja, predikcija kvarova, analize poslovanja, planiranje investicija i dr.).

V. ZAKLJUČAK

U cilju praćenja savremenih trendova i sa namerom stalnog i neprekidnog inoviranja industrije i energetike, rad se bavi prikazom i analizom modernih koncepcija „interneta stvari - IoT“ i „industrijskog interneta stvari - IIoT“. Naglašene su postojeće razlike između IoT-a i IIoT-a, zatim su pojašnjeni putevi digitalizacije sveta oko nas sa ciljem objedinjavanja fizičkog sveta ogledanog kroz pametne uređaje, industrijske sisteme i procese sa virtuelnim svetom u kome vladaju podaci i informacije obrađivane u umreženim računarskim sistemima pomoću složenih programskih paketa i uz primenu modernih teorija matematičke analize, automatskog upravljanja, ekonomskog i poslovnog planiranja, matematičke statistike, vizuelizacije i automatizovanog procesa donošenja odluka.

U drugom delu rada, skrenuta je pažnja na veliki broj komunikacionih protokola koji su trenutno u upotrebi. Već duže vreme postoji potreba za njihovim usaglašavanjem i boljom standardizacijom.

Posebna pažnja u radu je posvećena opisu različitih koncepcija IIoT-a. Detaljno su opisana dva praktično primenljiva koncepta: otvoren koncept i poluotvoren koncept. Treći, zatvoren koncept, će biti predmet budućih istraživanja. Od njega se očekuje da u celosti prihvati implementaciju „zaštite po dubini“ od zlonamernih pristupa merenim podacima i relevantnim informacijama.

ZAHVALNICA

Rad je nastao u okviru projekta TR 33024, „Povećanje energetske efikasnosti, pouzdanosti i raspoloživosti elektrana EPS-a utvrđivanjem pogonskih dijagrama generatora i primenom novih metoda ispitivanja i daljinskog nadzora“, koji je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Editors: M. Zelm, F. W. Jaekel, G. Doumeingts, M. Wollschlaeger, "Enterprise Interoperability: Smart Services and Business Impact of Enterprise Interoperability"; Chapter 8: D. S. Setzke, N. Scheidl, T. Riasanow, M. Böhm, H. Kremer, Chapter 8: Platforms for the Industrial Internet of Things: Enhancing Business Models through Interoperability, 2018.

- [2] H. Boys, B. Hallaq, J. Cunningham, T. Watson, „The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework“, *Computers in Industry*, vol. 101, 2018, pp. 1-12.
- [3] Jonathan Simpson, "Advancing Automation, IIoT and Industry 4.0", eBook Vol. VIII, 2018, chapter: "Connectivity: Backbone of the Digital Enterprise".
- [4] "SmartFactory - From Vision to Reality in Factory Technologies", International Federation of Automatic Control, 2008.
- [5] W. Lawless, R. Mittu, D. Sofge, I. S. Moskowit, S. Russell: *Artificial intelligence for the internet of everything*, Elsevier, 2019.
- [6] Dostupno na sajtu: <https://www.ubuntupit.com/top-15-standard-iiot-protocols-that-you-must-know-about/>
- [7] Dostupno na sajtu: <https://www.avssystem.com/blog/iiot-protocols-and-standards/>
- [8] Dostupno na sajtu: <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/11/oscore-iiot-security-protocol>
- [9] Aazam, M., Zeadally, S., & Harras, K. A. (2018). Deploying Fog Computing in Industrial Internet of Things and Industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14 (10), 4674-4682.
- [10] A. R. Sadeghi, C. Wachsmann, M. Waidner, "Security and privacy challenges in industrial Internet of Things", 52nd ACM/EDAC/IEEE Design Automation Conference (DAC), San Francisco, CA, USA, 8-12 June 2015.

ABSTRACT

The paper deals with the application of the "Industrial Internet of Things - IIoT". The concepts of connecting smart devices with the use of a number of standard communication protocols and access network points make it possible to work with data in the cloud. Comprehensive analysis, assessment, processing and planning are performed in the cloud, using a large number of methods, algorithms and strategies.

This paper gives a detailed overview and basic features of today's most used communication and security protocols that are applicable in IoT and IIoT. From a practical point of view, two concepts of IIoT are presented. The first concept, called "open concept", is a standard concept of IIoT. The second concept, called the "semi-open concept", should enable the industrial facility to operate more reliably and prevent malicious access to measured data and prevent attempts to degrade production parameters.

INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIoT) – STRATEGIES AND CONCEPTS

Saša D. Milić, Slavko Veinović, Milan Ponjavić