

PRIMJENA IoT RJEŠENJA ZA UPRAVLJANJE PAMETNIM ZGRADAMA

Saša Salapura

Univerzitet PIM, Fakultet računarskih nauka, Banja Luka, Bosna i Hercegovina,
sasa.salapura@gmail.com

STRUČNI RAD

ISSN 2637-2150

e-ISSN 2637-2614

UDK 624.14:[004.4:692.622

DOI 10.7251/STED1901028S

Rad primljen: 15.04.2019.

Rad prihvaćen: 03.05.2019.

Rad publikovan: 13.05.2019.

<http://stedj-univerzitetpim.com>

Korespondencija:

Saša Salapura, Univerzitet PIM, Fakultet računarskih nauka, despota Stefana Lazarevića bb, Banja Luka, BiH..

E-mail: sasa.salapura@gmail.com



Copyright © 2019 Saša Salapura; published by UNIVERSITY PIM. This work licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0 License.

SAŽETAK

Primjena pametnih IoT (Internet of Things) rješenja u gradovima i stambenim ili poslovnim objektima ali i u ruralnim i zabačenim područjima je u stalnom porastu i dolazi do sve većeg izražaja. Proces digitalizacije u svim sferama društva napreduje uz primjenu pametnih rješenja kontinuiranim umrežavanjem uređaja, informacija i ljudi uz razvoj tehnologije koja to omogućava na jednostavan način, toliko jednostavan da će postojanje i upotreba IoT

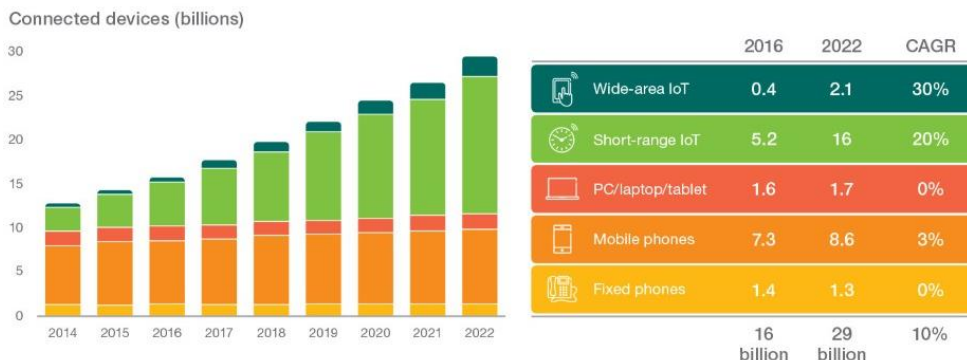
biti podrazumijevana kao električna energija ili televizija. U ovom radu je analiziran sistem upravljanja pametnim zgradama, za prikazan princip rada bez izričitog izbora tehnologije. Izbor tehnologije i platforme najviše zavisi od obima projekta i planiranih sredstava: velike kompanije mogu ostvariti veće uštede, ali će i investicija biti veća, dok male firme i privatna lica imaju ograničen budžet te su im bliža amaterska rješenja.

Ključne riječi: IoT, pametne zgrade, automatizacija zgrada, ušteda energije

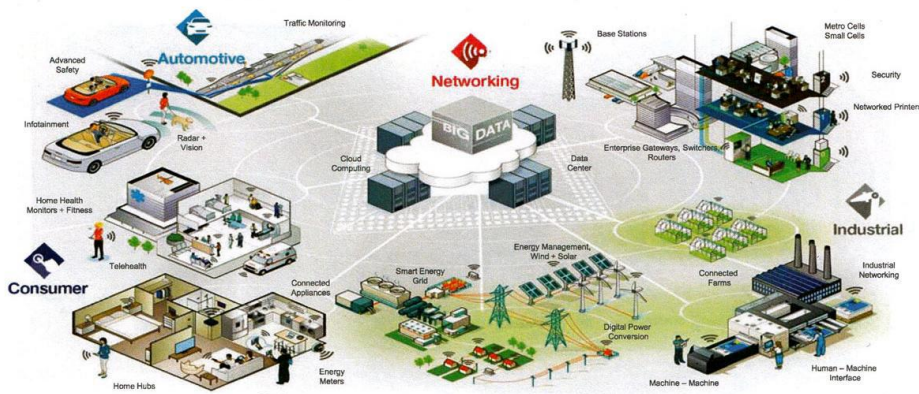
UVOD

Izraz 'internet stvari' (eng: *Internet of Things*, skr: IoT), koji datira iz 1999. godine (Ashton, 2009), danas obuhvata milijarde uređaja (Slika 1) sa ugrađenim softverom i hardverom koji prikupljaju i šalju podatke različitim komunikacionim protokolima.

Vjerovatno je najpoznatiji (u prezentacijama najčešće korišćeni) primjer pametnog frižidera koji sam naručuje i kupuje neophodne namirnice. Srećom, dio naše stvarnosti čine i mnogo korisniji uređaji od kojih su izgrađeni pametni gradovi (eng: *Smart city*) ili pametne kuće (eng: *Smart home*). Osnovna ideja je da se upotrebom različitih tehnologija omogući međusobna bežična komunikacija između različitih uređaja (Slika 2). U ovom radu opisan je mogući izgled upravljanja potrošnjom električne energije poslovne ili stambene zgrade.



Slika 1. Broj konektovanih uređaja Ericsson (2019)
Figure 1. Connected devices Ericsson (2019)



Slika 2. Internet stvari (Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswamia, 2013)
Figure 2. Internet of Things (Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswamia, 2013)

TEHNOLOGIJA

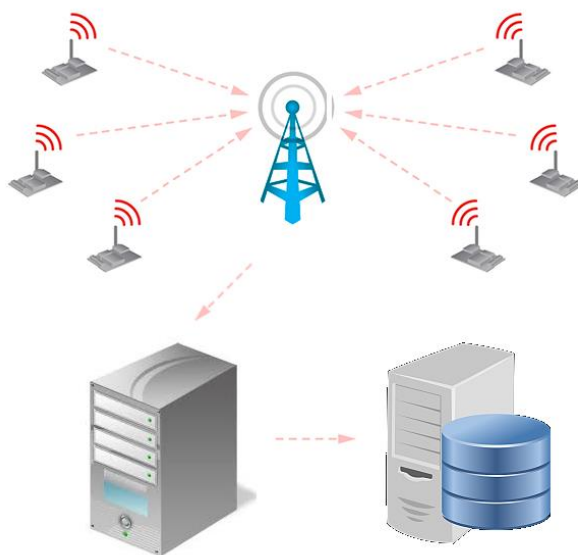
Sa pozicije postojećih tehnologija, izbor mobilne mreže za uvezivanje uređaja je odličan izbor, jer mobilne mreže posjeduju svojstva koja ih dovode u prednost: mobilnost, pokrivenost ali i postojanje standarda (Slika 3).

Bez obzira na izabranu tehnologiju (RFID, BLUETOOTH, NFC, ZIGBEE, UWB, Z-WAVE, 6LoWPAN, WIFI, NB-IoT ili LPWAN), platforma koja omogućava M2M (machine to machine) mrežnu komunikaciju (komunikacija umreženih geografski distribuiranih autonomnih

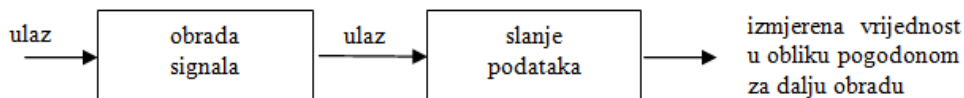
sistema koji komunikacioni kanal koriste automatski) najčešće sadrži sljedeće elemente:

- uređaji/senzori,
- bazne stanice (gateway),
- mrežni serveri,
- aplikativni serveri.

Uređaji koji se uvezuju obično se sastoje od elementa koji mjeri neku vrijednost (senzor) te izmjerene podatke šalje komunikacionim modulom na centralnu lokaciju (Slika 4).



Slika 3. IoT arhitektura (senzori, bazna stanica, mrežni server, aplikativni server)
Figure 3. IoT architecture (sensors, gateway, network server, app server)



Slika 4. Senzor – blok šema
Figure 4. Sensor – block scheme

U zavisnosti od složenosti i preciznosti, senzori mogu koštati svega nekoliko dolara pa do nekoliko stotina dolara. Isti raspon različitih cijena važi i za dio uređaja koji je zadužen za slanje izmjerenih podataka jer zavisi od kvaliteta izrade korištene tehnologije. Senzori mjere vrijednost koja se šalje prema baznoj stanici te na mrežni i aplikativni server – ovaj smjer komunikacije se naziva odlazeći u odnosu na senzor (eng: *uplink*). U slučaju da se uređaj sastoji od komunikacionog elementa te izvršnog elementa koji će dobiti komandu (aktuator), tada se uočava saobraćaj od aplikacije prema baznoj stanici i uređaju koji

se naziva dolazni saobraćaj (eng: *downlink*).

Bazna stanica je uređaj koji prikuplja podatke koje šalje mreža senzora te ih prosljeđuje mrežnom server, u slučaju odlazećeg saobraćaja ili dobija komande od mrežnog servera te ih prosljeđuje uređaju, u slučaju dolazećeg saobraćaja (Huge, 2017). Bazne stanice su instalirane na terenu koji želi da se pokrije i bitno utiču na pokrivenost. Mrežni serveri su dio IoT arhitekture koja se ne nalazi na terenu ili kod krajnjeg korisnika (McEwen & Cassimally, 2013). Ovi uređaji vode računa da aplikacija komunicira samo sa autorizovanim uređajima. Aplikacioni serveri predstavljaju

završni element IoT arhitekture. Oni su zaduženi za obradu i prikaz podataka. Tu se nalazi sva logika šta da se radi sa određenim podacima te na koji način da budu prikazani krajnjem korisniku (McEwen & Cassimally, 2013). U zavisnosti od vlastitih potreba i mogućnosti korisnik će izabrati tehnologiju koja može na zadovoljavajući način da ponudi prihvatljivo rješenje. Ovaj rad se ne bavi izborom ili preporukom tehnologije jer upravljanje potrošnjom električne energije poslovne ili stambene zgrade ima različitu važnost (vrijednost) u slučaju da se radi o poslovnim zgradama od 15 spratova ili se radi o balkonu koji privremeno služi kao mini rasadnik, npr. paradajza.

REALIZACIJA

Predmetna zgrada (za koju se želi da postane pametna) imaće ugrađene sljedeće senzore:

- senzor pokreta,
- senzor za vrata i prozore,
- senzor za kvalitet vazduha,
- kontrola osvjjetljenja i
- kontrola klima-uređaja.

Na ovaj način mogu da se dobiju informacije da li se neko nalazi u prostoriji, da li je neki od prozora otvoren, da li je u prostoriji uključen klima-uređaj (koji po potrebi može da se ugasi), da li je u prostoriji upaljeno svjetlo (koje po potrebi može da se ugasi) te kakav je kvalitet vazduha (temperatura, vlažnost, prisutnost čestica prašine ili količine CO₂).

Kada se ustanove pravila, kreiraju se tablice istinitosti i izvrši minimizacija logičkih funkcija, može se podesiti upravljačka aplikacija koja bi se ponašala na željeni način:

- Prvo pravilo može biti da se klima-uređaj automatski gasi u slučaju da je otvoren vanjski prozor (bez obzira da li se neko nalazi u prostoriji). U tom slučaju bi senzor za prozore (u suštini se radi o magnetnom senzoru) detektovao da je

prozor otvoren i tu informaciju poslao ka centralnoj lokaciji. Aplikativni server bi tada provjerio da li je uključen klima-uređaj (bez obzira da li je podešen na hlađenje ili grijanje), te mu odmah poslao komandu za gašenje. Označi li se slučaj kada je prozor otvoren kao događaj A, a uključen klima-uređaj kao događaj B, tablica istinitosti (Boole, 1848) bi izgledala kao u tabeli 1.

Tabela 1. Tablica istinitosti za pravilo #1-1
Table 1. Truth table for rule #1-1

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

gdje Y znači da li treba poslati komandu za gašenje klima-uređaja i to:

Y = 1, pošalji komandu da se ugasi klima-uređaj,

Y = 0, ne treba slati komandu.

što se može prikazati jednačinom (1):

$$Y = A \cdot B = AB \quad (1)$$

tj. pošalji komandu za gašenje samo ako je prozor otvoren, a klima-uređaj je uključen.

- Naredno pravilo može biti da se klima-uređaj gasi nakon što je uređaj koji bilježi prisutnost u prostoriji poslao informaciju da nema nikoga u prostoriji. U stvari, aplikativni server će ustanoviti da od detektora pokreta već neko vrijeme nije dobio nikakvu informaciju te će zaključiti da je prostorija prazna. A ako je prostorija prazna, hlađenje ili grijanje se može isključiti. Čim detektor pokreta pošalje informaciju da je neko ušao u prostoriju, klima-uređaj će se uključiti.

Označi li se prazna prostorija kao događaj A, a sa B da je klima-uređaj uključen, tablica istinitosti bi izgledala kao u tabeli 2.

Tabela 2. Tablica istinitosti za pravilo #2-1
Table 2. Truth table for rule #2-1

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

gdje Y znači da li treba poslati komandu za gašenje klima-uređaja i to:

Y = 1, pošalji komandu da se ugasi klima-uređaj,

Y = 0, ne treba slati komandu.

što se može prikazati jednačinom (1), tj. pošalji komandu za gašenje samo ako je prostorija prazna a klima-uređaj je uključen. U slučaju da sa A označi detektovana prisutnost, a sa B događaj da je klima-uređaj uključen, tablica istinitosti bi izgledala nešto drugačije (tabela 3).

Tabela 3. Tablica istinitosti za pravilo #2-2
Table 3. Truth table for rule #2-2

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

gdje Y znači da li treba poslati komandu za gašenje klima-uređaja i to:

Y = 1, pošalji komandu da se ugasi klima-uređaj,

Y = 0, ne treba slati komandu.

što se može prikazati jednačinom (2):

$$Y = \overline{A} \cdot B = \overline{A}B \quad (2)$$

tj. pošalji komandu za gašenje samo ako u prostoriji nije detektovana prisutnost a klima-uređaj je uključen.

- Ista pravila važe za svjetlo u prostoriji – u slučaju da je prostorija prazna svjetlo će se ugaziti. U slučaju da neko uđe u prostoriju, svjetlo će se upaliti. Put informacije i komande je opisan u prethodnom primjeru na osnovu identičnih tablica istinitosti i dobijenih jednačina.

Iako paljenje/gašenje svjetla ili klima-uređaja može biti riješeno potpuno autonomnim (neumreženim) uređajima (kao na ulazu u stubište stambene zgrade), IoT pristup može dati dodatnu informaciju kada i gdje se sve dešavalo. Senzor kvaliteta vazduha mjeri i šalje izmjerene vrijednosti centralnoj jedinici koja na osnovu postavljenih graničnih vrijednosti i ugrađenog algoritma aktivira alarm tj. obavještava učesnike na izabrani način.

U navedenom primjeru korištena su tri senzora i dva kontrolna uređaja. Senzor za vrata i prozore i senzor pokreta aktivno učestvuju u donošenju odluke da li je potrebno ugaziti klima-uređaj ili svjetlo u prostoriji. Senzor za kvalitet vazduha, izmjerene vrijednosti periodično šalje na centralnu lokaciju na analizu. Kontrolna tabla za prikaz izmjerenih vrijednosti te pregled trenutne situacije može izgledati kao na slici 5, a za prikaz prikaz izdvojenih (incidentnih) situacija kao na slici 6.

ZAKLJUČAK

U radu je prikazan sistem upravljanja pametnim zgradama. Iako je naveden pregled tehnologija koje dolaze u obzir i koje treba razmotriti prilikom definisanja tehničkih zahtjeva, rad se nije bavio izborom ili preporukom tehnologije. Navedeni primjer upravljanja potrošnjom električne energije poslovne zgrade zaslužuje korištenje boljih (u pravilu skupljih) tehnologija, čime je i mogućnost ušteda mnogo veća, pa su veća ulaganja opravdana. U slučaju da se radi o mini rasadniku, npr. paradajza, nameće se minimalna investicija i voma mali operativni troškovi, što je moguće dobiti upotrebom 'kućnih', odnosno amaterskih tehnologija. Ovakvi sistemi su skalabilni jer se jednostavnim dodavanjem novih senzora i izmjenom upravljačke logike može umnogostručiti broj mjernih mjesta i mjenjenih vrijednosti a uz minimalne troškove. Primjena sličnih pametnih rješenja doprinosi nastavku digitalizacije u svim sferama društva na jednostavan način što je i osnovna premisa IoT.

LITERATURA

- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID journal*, 22(7), 97-114.
- Boole, G. (1848). The calculus of logic. *Cambridge and Dublin Mathematical Journal*, 3(1848), 183-198.
- Ericsson Mobility Report (2019). Internet of Things forecast.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswamia, M. (2013): „Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions, Future Generation Computer Systems, Vol. 29, str. 1645–1660.
- Hung, M. (2017). Leading the iot, gartner insights on how to lead in a connected world. *Gartner Research*, 1-29.
- McEwen, A. & Cassimally, H. (2013). *Designing the internet of things*. John Wiley & Sons.

IoT BASED SMART BUILDING MONITORING SYSTEM

Saša Salapura

University PIM, Faculty of Computer Science, despota Stefana Lazarevića bb, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, sasa.salapura@gmail.com

PROFESIONAL PAPER

ISSN 2637-2150

e-ISSN 2637-2614

UDC 624.14:[004.4:692.622

DOI 10.7251/STED1901028S

Paper received: 15.04.2019.

Paper accepted: 03.05.2019.

Published: 13.05.2019.

http://stedj-univerzitetpim.com

Corresponding Author:

Saša Salapura, University PIM, Faculty of Computer Science, despota Stefana Lazarevića bb, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina.

E-mail: sasa.salapura@gmail.com

SUMMARY

In this paper we shall describe how to help individuals, small enterprises and medium sized businesses in commercial or residential property management using IoT (Internet of Things) to manage the energy efficiency. In this work was analyse a system of smart buildings supervision and management. The displayed system will show the principle of operation without the explicit choice of technology. We believe that the choice of technology and platforms depends most on the size of the project and planned resources: big companies can achieve greater savings so they will invest large amount of money; small firms and private individuals have limited budgets so they are closer to hobby DIY solutions.

Keywords: IoT, smart buildings, building automation, energy saving.