

# Uloga Internet baziranih bežičnih senzorskih mreža u zaštiti od požara

Mirjana Maksimović, Vladimir Vujović

Elektrotehnički fakultet

Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

mirjana@etf.unssa.rs.ba, vladimir\_vujovich@yahoo.com

*Sadržaj*— **Inteligentna zgrada više nije pojam daleke budućnosti, već sadašnjosti. Cilj inteligentne zgrade jeste povećanje sigurnosti, udobnosti i ekonomičnosti. U radu će biti prikazani principi kreiranja Internet baziranih bežičnih senzorskih mreža u inteligentnim zgradama sa naglaskom na REST servise. Razmatraće se kako je moguće ostvariti sistem koji bi preventivno i korektivno djelovao u slučaju požara.**

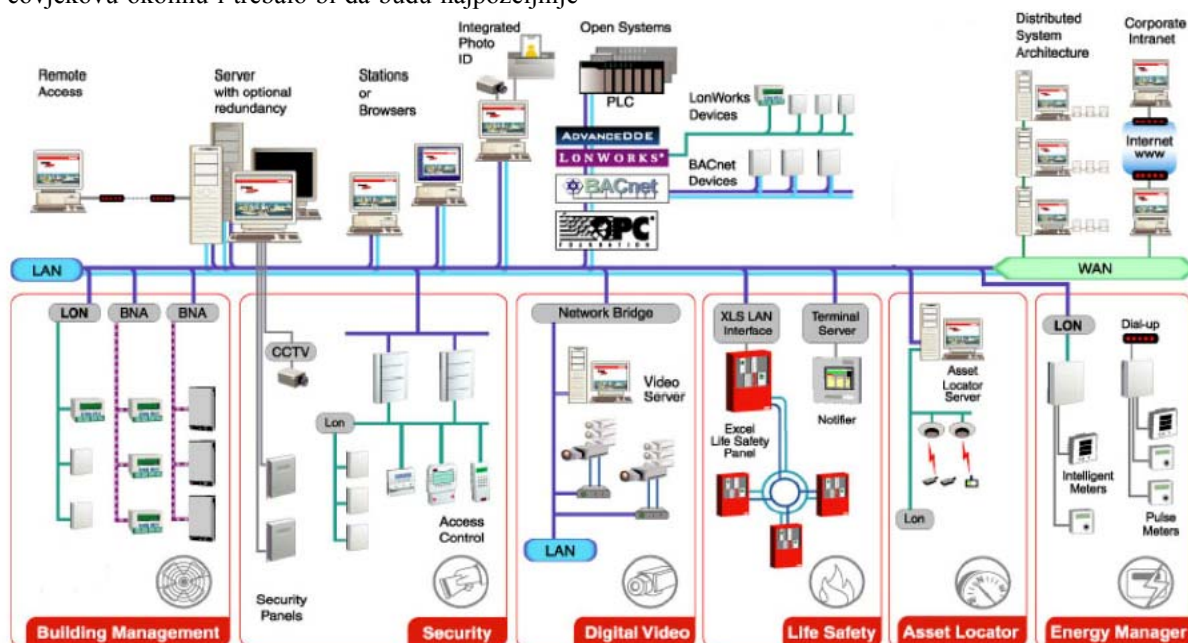
*Ključne riječi* - **BMS; inteligentna zgrada; informacijski sistem; IOT; požar; RESTfull; SWE; WSN;**

## I. UVOD

Takozvane inteligentne zgrade odnosno objekti u kojima postoje inteligentne računarske mreže koje povezuju, kontrolišu i upravljaju tehničkim uređajima, poput osvjjetljenja, klimatizacije, grijanja, sigurnosnih sistema (protivprovalni, protivpožarni, sistemi protiv poplava), daljinskog video nadzora itd., postaju sve popularnije širom svijeta. Dizajnirane su za dugoročnu održivost i minimalan uticaj na čovjekovu okolinu i trebalo bi da budu najpoželjnije

okruženje za korisnike. Inteligentna zgrada treba da obezbjedi komfor i bezbjednost svojim korisnicima, a upravljanje inteligentnom zgradom treba da obezbjedi energetske efikasnost i isplativost objekta. Sistem za upravljanje zgradom (Building Management System-BMS) odnosi se na veći broj sistema upravljanja u zgradi, od kontrolera za specijalnu namjenu do većih sistema koji uključuju centralni računar i printere (SI.1). BMS se sastoji od nekoliko podsistema, koji mogu biti uvezani na različite načine u cilju formiranja kompletnog sistema, kao što su sistem za grijanje, klimatizaciju i ventilaciju, električni sistemi, sistem rasvjete, protivpožarni sistem, sigurnosni sistem. BMS se može koristiti za nadzor, kontrolu i upravljanje cjelokupnim sistemom ili dijelom sistema [1]. Osnovni razlozi za uvođenje BMS su:

- Povećanje pouzdanosti postrojenja i usluga
- Smanjenje operativnih troškova
- Povećanje produktivnosti zaposlenih
- Bezbjednost ljudi i opreme



Slika 1. Arhitektura centralnog nadzornog sistema inteligentne zgrade

U ovom radu razmatrana je uloga bežičnih senzorskih mreža u BMS sistemu u slučaju požara i načini njihovog povezivanja sa Internetom, sa ciljem obezbjeđenja kvalitetnog, preciznog i pravovremenog djelovanja.

## II. PROJEKTOVANJE SISTEMA ZA ZAŠTITU OD POŽARA

Sa tačke gledišta oštećenja imovine i lične povrede, protivpožarni sistem je jedan od najvažnijih sistema u inteligentnim zgradama. Uprkos modernim metodama gašenja i novim tehnologijama požari još uvijek predstavljaju veliku opasnost kako za stanovništvo tako i za imovinu. Postoje razni sistemi koji služe za nadzor, kontrolu i zaštitu u slučaju pojave požara. Detaljnije proučavanje ove problematike, razvoj tehnologije te uopšteno povećanje svijesti o ovom problemu, dovelo je do razvoja značajnog broja komercijalnih sistema koji se danas vrlo lako ugrađuju u gotovo svaki objekat. Stoga je za projektovanje jednog takvog sistema korisno proučiti šta je do sada napravljeno, kao i osnovne karakteristike datih sistema. Sistem za ranu detekciju požara ne posjeduje mogućnosti da spriječi nastanak bilo kog početnog požara. Međutim, faza požara u kojoj se on uoči i vrijeme za koje reakcija otpočne generalno su bitno niži u objektima koji su zaštićeni sistemom detekcije u odnosu na one koji sistem ne posjeduju i to rezultuje prosječno mnogo nižim nivoom šteta, ali i spašenim ljudskim životima.

Osnovne karakteristike koje sistem za zaštitu od požara mora zadovoljiti su:

- Pouzdanost
- Efikasnost
- Zaštita ljudskih života
- Minimizovanje moguće štete

Neki od faktora koji utiču na razvoj sistema za zaštitu od požara su:

- Tehnika detekcije požara (detektori dima, toplote, mjerenje količine određenih gasova u vazduhu, itd.)
- Arhitektura objekta
- Tehnike gašenja / sprječavanja požara
- Alarmiranje i zaštita osoba
- Alarmiranje javnih službi (vatrogasci i sl.)

U ovom radu naglasak je stavljen na principe projektovanja protivpožarnog sistema baziranog na bežičnim senzorskim mrežama.

Struktura sistema za upravljanje zgradom u slučaju požara uglavnom se sastoji od sljedećih podsistema [2]:

Upravljanje sekundarnim funkcijama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontrola otvaranja vrata/prozora</li> <li>• kontrola plinskih/električnih instalacija</li> <li>• alarmiranje ljudi (različiti nivoi upozorenja)</li> <li>• povezivanje sa podsistemom za detekciju ljudi u zgradi</li> <li>• kontrola osvjjetljenja</li> </ul>
Komunikacija sa javnim službama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dojava vatrogasnoj službi</li> <li>• slanje korisnih informacija (broj ljudi u zgradi, lokalizacija požara)</li> </ul>
Nezavisno napajanje sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osigurava nesmetan rad cijelog sistema u slučaju prekida/neispravnosti kućne energetske mreže</li> </ul>
ostale funkcije (vezane uz cjelokupan sistem)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analiza konstrukcije zgrade (protivpožarni propisi)</li> <li>• plan evakuacije ljudi <ul style="list-style-type: none"> <li>+ korisne funkcije koje bi mogle biti implementirane, zavisno od toga šta će se pokazati tokom izrade projekta</li> </ul> </li> </ul>

Podsistem za detekciju požara je ujedno i tehnološki najzahtjevniji i najskuplji dio sistema, jer je potrebno detektovati požar s visokom pouzdanošću i preciznošću. U tu svrhu potrebna je kvalitetna senzorska mreža. Sistem mora omogućiti kvalitetnu, preciznu i pravovremenu detekciju požara, i to putem adekvatnih senzora. Postoji više načina podjele detektora požara koji se javljaju u literaturi, a podjele koje izgledaju najbliže realnosti mogu biti po fenomenu požara na koji su detektori osjetljivi (detektori plamena, detektori dima, detektori toplote, detektori ostalih požarnih fenomena, kombinovani detektori [3]) ali i na osnovu granice detekcije (tačkasti i linijski). U zavisnosti od uslova u prostoriji biraju se detektori koji mogu biti optički, termički, termodiferencijalni ili kombinacija navedenih tipova. Jedno od bitnih pitanja pri projektovanju zaštite nekog prostora jeste i raspored detektora u štićenom prostoru. Sasvim je očigledno da je, kod veće gustine postavljanja, brzina reakcije sistema potencijalno veća, ali sa druge strane to povećava cijenu sistema. Dakle, dobar projekat sistema kod koga je raspored i gustina postavljanja detektora, uz ostale elemente, veoma bitna, mora da obezbijedi raspored detektora koji omogućava brzu detekciju uz istovremeno prihvatljivu cijenu zaštite. Naravno da će gustina postavljanja zavisiti i od požarnog rizika objekta, odnosno prostora koji se štiti. Za objekte srednjeg požarnog rizika i uobičajenih građevinskih karakteristika potrebno je utvrditi odgovarajući algoritam za izbor i raspored detektora požara koji će biti usklađen sa iznešenim zahtjevima. Postoje mnogi takvi algoritmi u tehničkoj regulativi raznih zemalja od kojih je većina dobijena na bazi iskustva, ili empirijskim istraživanjima [3].

## III. ULOGA BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA U PROTIVPOŽARNOJ ZAŠTITI

Bežične senzorske mreže (Wireless Sensor Networks-WSN) predstavljaju skup prostorno distribuisanih autonomnih senzorskih modula (čvorova) kojima se vrši detekcija i estimacija različitih parametara okoline [4]. Prvobitno su bile zamišljene za korišćenje u vojne svrhe (za osmatranje terena), međutim one danas nalaze široku primjenu u industriji, osmatranju i zaštiti životne sredine, preciznoj poljoprivredi, i drugim oblastima. Osnovni elementi WSN-a su senzorski čvorovi (node). Oni mogu imati jedan ili više senzorskih

TABELA I. POPIS MOGUĆIH IMPLEMENTACIJA SISTEMA

Sistem za zaštitu u slučaju požara	
Modul	Funkcija
Središnja upravljačka jedinica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• upravljanje cijelim sistemom</li> <li>• inteligentno donošenje odluka</li> <li>• integrisanje svih podsistema i efektivno iskorištavanje</li> </ul>
Detekcija požara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• detektovanje požara pomoću adekvatnih senzora (mreža senzora)</li> </ul>
Gašenje / eliminisanje požara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• efektivno gašenje požara</li> <li>• odabir pravilne tehnike gašenja (ako je moguće)</li> </ul>

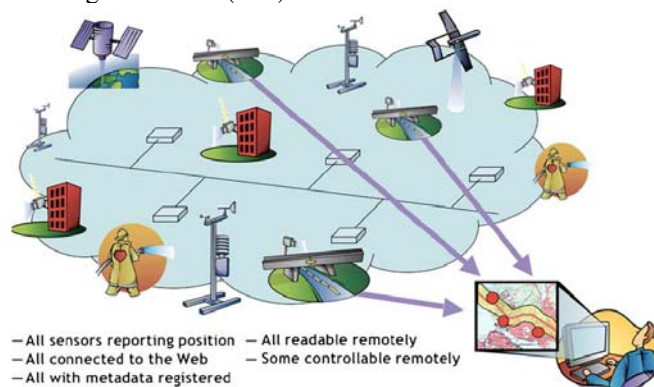
elemenata, radio-frekvencijski primopredajnik za komunikaciju sa ostalim čvorovima, i autonomni izvor napajanja. U nekim situacijama je potrebno da čvorovi vrše obradu i čuvanje izmjerenih vrijednosti sa senzora, i za te potrebe čvorovi mogu imati i mikrokontroler i prateću memoriju. Svaka WSN mora da sadrži i centralnu serversku jedinicu koja bi vršila prikupljanje, obradu i vizuelizaciju podataka prikupljenih od strane cijele WSN. Osnovne karakteristike koje moraju da zadovolje sve WSN su mala potrošnja energije, tj. što duži životni vijek čvorova, i pouzdana razmjena podataka.

Postavlja se pitanje kako WSN mogu pomoći u slučaju požara? Postojeći požarni alarmi daju informacije samo o prisustvu vatre odnosno ne obezbjeđuju informacije o lokaciji požara i njegovom širenju. Iako su neki sistemi sastavni dio infrastrukture zgrade i daju informacije o lokaciji požara, uglavnom su napajani električnim kablovima. Žičane infrastrukture su izložene uticaju visokih temperatura usljed požara što najčešće dovodi do prekida komunikacije senzora sa serverskim modulom, odnosno dovodi do totalnog gubitka informacija. WSN, prije svega, mogu omogućiti informaciju o lokaciji požara, zatim obezbjeđiti informacije o širenju požara: kojom brzinom i u kom smjeru kao i određivanje temperature/dima na različitim lokacijama unutar zgrade. Da bi to bilo moguće, WSN mora biti sposobna da detektuje povišenu temperaturu okoline i da pošalje informaciju o detektovanom događaju, kako bi se obezbijedila pravovremena reakcija. Za detekciju požara, neophodni su, jedan ili kombinacija senzora, te algoritam za detekciju. Senzori mogu biti dio WSN ili raditi nezavisno. Najjednostavniji način detekcije požara u zatvorenim prostorima jeste korišćenje senzora dima ili nekih drugih sličnih senzora, koji su obično osjetljivi na jonizaciju ili smanjenje svjetlosti [5]. Problem kod ovih detektora jeste što su skloni lažnom alarmiranju [6, 7]. Uglavnom, za smanjenje pojave lažnog alarmiranja i izvođenje tačne detekcije požara korišćena su dva pristupa [8]. Prvi pristup koristi jedan tip senzora i vrši detekciju vatre putem kompleksnog algoritma. Primjer ovakvog pristupa dat je u [9], koristi se senzor za detekciju plamena i fuzzy-wavelet klasifikator. Drugi pristup koristi više senzora i izvodi detekciju jednostavnom matematičkom operacijom [6]. Neki istraživači su pokušali kombinovati oba pristupa korišćenjem više senzora i odgovarajućeg algoritma. U [10] je prikazan primjer kombinovanog pristupa - korišćenje feed forward neural network (FFNN) i četiri senzora, senzora temperature, ION, CO i fotoelektričnog senzora, kao i poboljšanje njihovih mogućnosti razlikovanja vatre od lažnih izvora smetnji. U radu [11] poznata znanja vještačke inteligencije uključena su u proces detekcije požara korišćenjem WSN. U [12] prikazano je kako se mogu razviti „nosive“ WSN koje bi davale informacije o temperaturi zaštitne odjeće vatrogasaca, informacije o vitalnim parametrima, temperaturi, kvalitetu vazduha i vidljivosti i samim time omogućavale im izlazak iz nepoznate zgrade u slučaju smanjenje vidljivosti kao i komunikaciju sa komandirima van objekta požara. Primjena WSN u procesima evakuacije obrađena je i u [13-16].

Dakle, sa stanovišta komunikacije i senzorskih mreža detekcija i praćenje požara predstavljaju najizazovnij scenario. U konvencionalnom zgradama protivpožarni sistemi rade samostalno. Integracija protivpožarnog sistema sa ostalim sistemima nudi mnoge operative i finansijske pogodnosti. Sistem kontrole pristupa prati ljude unutar zgrade i ova informacija je od suštinskog značaja za protivpožarni sistem u hitnim slučajevima. Dostupne informacije iz ovog sistema mogu poslužiti vatrogascima da evakušu ljude i spriječe ih da se nađu u opasnim dijelovima zgrade. Komunikacionim sistemima inteligentne zgrade sve bitne informacije u slučaju požara mogu biti dostavljene vatrogasnoj stanici ili vozilu, tako da oni mogu napraviti plan prije nego što stignu na lokaciju čime se postiže brže vrijeme odziva a time i spašavanje života i smanjenje materijalne štete.

Glavni izazovi koji se stavljaju pred WSN u slučaju zaštite od požara su:

- senzorski čvorovi moraju imati sposobnost otkrivanja događaja bez mnogo lažnih alarma,
- brzi prenos informacija – informacije o lokaciji i događaju (dim, porast temperature ili oboje),
- brza reorganizacija u slučaju otkaza jednog ili više senzorskih čvorova,
- dispečer vatrogasne službe mora imati mogućnost povezivanja sa centralnim informacionim sistemom,
- osiguravanje vizuelnog prikaza mjesta požara dispečeru vatrogasne službe (Sl.2).



Slika 2. Vizija internet-orijentisanog WSN sistema

#### IV. INTERNET BAZIRANI INFORMACIONI SISTEM INTELIGENTNIH ZGRADA

Informacioni sistem predstavlja osnovu bilo koje senzorske mreže, jer je upravo on zadužen za prikupljanje i obradu podataka. Ovakav sistem se naziva sistemom za upravljanje zgradom - BMS, a na tržištu postoji veliki broj komercijalnih proizvoda za ovu namjenu. BMS posjeduje sve elemente koje inteligentna zgrada mora imati, međutim ono što je od vitalne važnosti za jedan ovakav sistem jeste poznavanje same zgrade, njenih prednosti, mana, svih sigurnosnih sistema, evakuacionih puteva i dr. Upravo ovakvi zahtjevi nameću da BMS mora biti ili fleksibilno rješenje, ili rješenje koje je projektovano za tačno određenu zgradu.

BMS u suštini predstavljaju Real-time sisteme koji su po formalnoj definiciji datoj u [17] sistemi koji moraju eksplicitno zadovoljiti vrijeme odziva ili će doći do posljedica koje su često katastrofalne. U [17] je data klasifikacija Real-time sistema, na slabe (soft), srednje (firm) i jake (hard), na osnovu koje se donosi klasifikacija dijelova BMS sistema. Bitno je napomenuti da je klasa pojedinih sistema podložna dinamičkim promjenama. Tako snadbijevanje vodom nekog dijela zgrade u normalnim uslovima ne dovodi do katastrofalnih posljedica, dok, u vanrednim situacijama kao što je požar prekid snadbijevanja vodom može dovesti do teških, najčešće katastrofalnih, posljedica.

Fizička zaštita hardvera na kojem je implementiran informacioni sistem je od vitalne važnosti za sigurnost BMS sistema, pogotovo u situacijama elementarnih nepogoda. Kako je dato u [18] hardverske komponente mogu biti uništene usljed posljedica požara (vatra, dim), prašine, zemljotresa, eksplozija, temperaturnih promjena, štetočina, elektromagnetskih smetnji, vibracija, vode (velika vlažnost i poplave). Svi ovi faktori mogu degradirati performanse sistema, ili čak dovesti do otkaza zbog čega se mora pristupiti pravilnoj zaštiti, odnosno izolovanju hardvera i osiguravanju rezervnih (backup), sekundarnih, sistema koji su u stanju preuzeti rad primarnih sistema.

Da bi se osigurao nesmetani rad hardvera u [18] su data neka od uputstava za zaštitu istog.

Nakon 11.09.2001. god. Američka vlada je donijela propise na osnovu kojih se kreiraju backup sistemi. U [19] su navedene neka od osnovnih pravila koja osiguravaju da se sekundarni sistem ne nalazi na istom geografskom položaju, električnoj mreži, komunikacionoj mreži, i dr. Zbog osjetljivosti BMS-a ista pravila se mogu primjeniti. Važno je dodatno napomenuti da informacioni sistem nije preporučljivo da bude u istoj zgradi (njenom podrumu ili nekom od spratova) radi pravilnog djelovanja usljed elementarne nepogode.

#### A. Softversko rješenje BMS sistema u slučaju zaštite od požara

Softver predstavlja ključni element u BMS sistemima jer on vrši obradu informacija koje dobija iz senzorske mreže i odlučuje koje će naredne korake preduzeti. Izborom pravilnih strategija i algoritama performanse BMS sistema se mogu znatno poboljšati.

U slučaju zaštite od požara, evakuacija stanara zgrade u trenutku izbijanja i u samom toku požara, jedan je od primarnih ciljeva. Očitavanjem podataka sa senzora utvrđuje se stanje, te se vrši procjena situacije. Ako se utvrdi opasnost po stanovnike (vatra, dim, visok nivo CO<sub>2</sub> i dr.) sistem prelazi u stanje evakuacije čime dinamički mijenja svoje ponašanje. Jedan od mogućih scenarija jeste predikcija najboljeg puta za evakuaciju. Heuristika po kojoj algoritam bira najbolji put za evakuaciju mora biti detaljno razmotrena i postavljena na optimalnu vrijednost. Prilikom izbora najboljeg puta, potrebno je detaljno poznavanje prostora (kojim se stanovnici moraju kretati), senzora i razvijanje požara. Obradom i izborom najboljeg puta za evakuaciju, sistem šalje sensorima podatke i upravlja svjetlosnom signalizacijom koja navodi kretanje

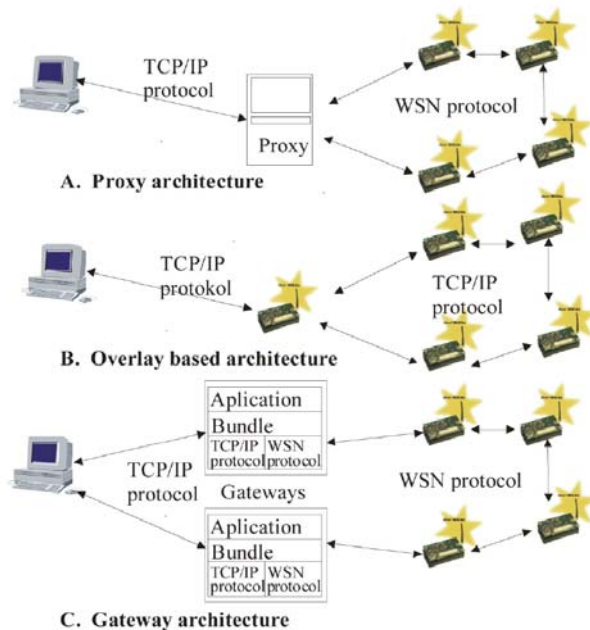
stanara.

Navođenje vatrogasaca se svodi na upravljanje pojedinih osoba kroz prostor. Za razliku od evakuacije stanara, u ovom slučaju sistem mora u realnom vremenu da kreira putanje za kretanje svakog vatrogasca pojedinačno. Svaki od vatrogasaca dobija podatke koji su ažurirani u zavisnosti od razvoja situacije.

Algoritmi koji se koriste za procjenu mogu biti jednostavni: Dijkstrin algoritam, Floyd-ov [20] ili kompleksni i bazirani na neuronskim mrežama i Fuzzy logici [9, 10, 11].

#### B. Integrisanje WSN sa Internetom

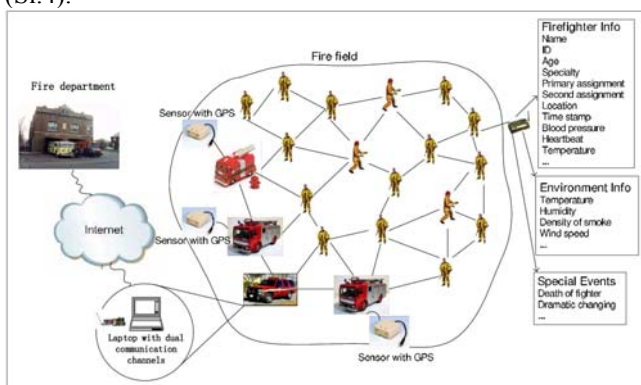
WSN obično ne mogu raditi potpuno samostalno i izolovane od ostatka mreže, pa se danas najčešće povezuju sa nekom drugom vrstom mreže (LAN, WAN). Kako je Internet postao de-facto standard za WAN mreže, neophodno je povezati WSN sa Internetom i tako omogućiti da prikupljeni podaci budu vidljivi sa različitih mjesta. U [21] su date osnovne karakteristike WSN-a koje utiču na povezivanje sa Internetom te su analizirana aktuelna poznata rješenja (Sl.3).



Slika 3. Vrste komunikacionih arhitektura

Inicijativa Internet of Things (IOT) je predvidjela da će bilioni senzora u opremljenim pametnim objektima povezati fizičko okruženje sa Internetom, stvarajući nove mogućnosti i izazove za razne domene aplikacija, kao što su pametna mjerenja, e-zdravstvo, logistika, izgradnja i automatizacija zgrada. Upotreba Internet protokol (IP) tehnologije u WSN je ključni preduslov za realizaciju IOT vizije. Internet Engineering Task Force (IETF) je učinio značajne poslove na standardizaciji aktivnosti IPv6 standarda preko 6LoWPAN. Ovaj novi standard omogućava korišćenje IPv6 u LLNS mrežama kao što su one zasnovane na IEEE 802.15.4 standardu. Iako je 6LoWPAN utrla put integracije između WSN i Interneta, sama interkonekcija na mrežnom nivou nije dovoljna da se u potpunosti iskoriste mogućnosti koje bi nudile IOT aplikacije.

Pojam Sensor-Web se se posmatra kao infrastruktura koja omogućava da se prikupe, modeluju, uskladište, preuzmu, dijele, manipulišu, analiziraju i vizualizuju podaci sa senzora putem World Wide Web (WWW) na standardizovan način. Štaviše, djeluje kao ekstenzivni sistem za monitoring koji pravovremeno reaguje i kontinuirano zapaža. Ovakav posmatrački sistem otvara horizont ka brzom asimilaciji podataka iz heterogenih senzora i pruža nova znanja koja utiču na buduće odluke. Ključni, primarni, izazov u izgradnji Sensor-Web-a je kako automatski pristupiti i integrisati različite vrste prostorno vremenskih podataka dobijenih od heterogenih senzorskih uređaja ili generisanih korišćenjem simulacionih modela, dok sekundarni izazov predstavlja činjenica da većina aplikacija još uvijek integriše resurse senzora kroz pogodne mehanizme umjesto da se grade na dobro definisanom i ustanovljenom integracijskom nivou. S druge strane, senzorske mreže su trenutno razvijene od strane različitih zajednica senzora i korisnika, svaka zajednica se oslanja na sopstvene sisteme, semantiku metapodataka, format podataka i softver. Samim time, integrisanje različitih senzora u monitoring sistem nije jednostavno. Nekompatibilni servisi i usluge mogu da izazovu neoperativnost između različitih senzorskih čvorova u okviru iste WSN. Dakle, ovo pitanje je bila pokretačka sila za OGC (Open Geospatial Consortium) [22] kako bi započela SWE (Sensor Web Enablement) inicijativu čija arhitektura omogućava stvaranje Internet dostupnih senzora putem zajedničkog interfejsa i kodiranja (SL4).



Slika 4. Struktura internet-orijentisane WSN u slučaju požara

### C. Uloga RESTful servisa u WSN mrežama

Ograničeni resursi svojstveni sensorima, u pogledu snage obrade, energije, komunikacije i propusnog opsega, zahtijeva upotrebu „laganijih“ mehanizama. Da bi se prevazišao ovaj izazov u [23] je predložen RESTful pristup baziran na SWE servisima za interakciju sa WSN. U ovom slučaju svaki senzorski čvor se posmatra kao RESTful resurs kojem se može pristupiti preko SWE usluge koristeći JSON za razmjenu podataka. Drugi pristupi se uglavnom zasnivaju na direktnoj implementaciji REST API-ja na svakom senzorskom čvoru čime se obezbjeđuje komunikacija između senzora te automatsko otkrivanje senzorskog čvora, kao i efikasna komunikacija sa Internet korisnicima. Radovi [24] i [25] prikazuju RESTful Web servis sa IP-orijentisanim WSN. Ovi

radovi su usvojili sistem „IP orijentisane senzorske mreže“ za obezbjeđivanje neometane komunikacije između čvorova preko web servisa pri čemu direktna integracija u moderne IT sisteme postaje lakša. Implementacija RESTful API-ja na senzorskim čvorovima u cilju obezbjeđenja pristupa sensorima i aktuatorima preko Interneta prikazana je u [26, 27]. Kako se senzorski čvor može povezati sa različitim sensorima i aktuatorima, manuelna konfiguracija centralnog monitoring sistema je neizvodljiva ako se koristi veliki broj senzorskih čvorova. Na osnovu RESTful API-ja, uvodi se *plug-and-play* pristup, koji omogućava automatsko otkrivanje senzorskih čvorova u bežičnoj mreži, ali i funkcionalnost koju oni pružaju. Ovaj API je direktno realizovan na web uređajima (bez upotrebe gateway) u cilju automatskog otkrića senzorskih čvorova u bežičnoj mreži. Da bi se obezbjedilo da server ima ažurirane informacije sa senzora, senzorski čvor mora periodično da šalje statusnu poruku. Kao alternativu, autori su predložili pristup koji se sastoji u tome da se dobija stanje o senzoru po svakom zahtjevu servera. Ovaj pristup se smatra efikasnijim zbog toga što se stanja, senzora i aktuatora, mogu ekstrahovati i modifikovati od strane istog interfejsa. Uprkos njenoj koristi, potrebni su još neki zahtjevi, kao što su definisanje i ažuriranje posrednika, pronalaženje pravih usluga i rješavanje neusaglašenosti podataka. Drugi istraživači ove oblasti su zainteresovani u pružanju efikasnog i rigoroznog načina preuzimanja, organizovanja i čuvanja heterogenih podataka/metapodataka sa senzora. Istraživači u [28] su predložili novu bazu podataka pod nazivom RESTful Environmental DataBase (REnvDB) koja je korisna za povezivanje različitih vrsta WSN, ekstrakciju senzorskih podataka i njihovo predstavljanje na Internetu. Ova baza obezbjeđuje zajednički RESTful interfejs koji omogućava pristup podacima pomoću HTTP operativnih poziva u URL i prevođenje razmjenjenih poruka preko odgovarajućeg gateway-a na strani WSN. Ovaj pristup može da smanji kompleksnost komunikacije zbog svoje jednostavne konekcije zasnovane na RESTful interfejsu. Štaviše, vrijeme koje se smanjuje na strani baze podataka, biće s druge strane povećano zbog korišćenja gateway-a za prosljeđivanje senzorskih podataka u REnvDB. Ovaj nedostatak se može prevazići definisanjem standardizovanih poruka [29, 30].

Korišćenjem REST servisa za SWE može se efikasno poboljšati arhitektura, prevazilazeći probleme velike potrošnje i ograničene resurse.

### V. ZAKLJUČAK

Napredan, složen i sofisticiran sistem za upravljanje zgradom u slučaju vanrednih situacija je vrlo bitan dio kako stambenih objekata tako i velikih javnih ili poslovnih zgrada, hotela ili industrijskih objekata. U svakodnevnom životu objekta, on može biti ili posve neprimjetan, ili – ako ne ispunjava svoju funkciju u cjelosti – najveći, najozbiljniji i najteži svakodnevni operativni problem. Zato mu treba pristupiti s punom ozbiljnošću već od prvog koraka – projektovanja. Iako na putu do kvalitetnog, pouzdanog i optimalnog sistema za upravljanje zgradom u slučaju požara stoji još dosta izazova, neophodan uslov (koji se ni sa čim u

kasnijim fazama ne može nadoknaditi) takvog sistema je zaokružen, dobro osmišljen i precizan projekat.

Internet bazirane WSN za monitoring požara opisane u ovom radu imaju sljedeće prednosti:

- obezbjeđuju informacije o lokaciji požara i njegovom širenju (kojom brzinom i u kom smjeru) kao i vrijednosti temperature/dima na različitim lokacijama unutar zgrade, omogućavajući time pravovremene i precizne detekcije i reakcije,
- svi senzorski čvorovi su povezani sa Internetom,
- podaci su čitljivi i dostupni klijentima koji mogu biti mobilni i/ili udaljeni od mjesta izbijanja požara,
- korišćenjem REST servisa omogućava se da je format u kome se vraćaju podaci fleksibilan što implicira da različiti klijenti mogu da zatraže podatke u formatu koji im najviše odgovara,
- podaci se čuvaju i može se vršiti naknadni pristup od strane ovlaštenih klijenata,
- sistem je skalabilan, omogućavajući istovremeno korišćenje više monitoring aplikacija,
- sistem koristi raspoloživu tehnologiju,
- arhitektura internet baziranih WSN ima relativno nisku cijenu a korišćenjem REST arhitekturnog stila za SWE efikasno se poboljšava prevazilazeći probleme velike potrošnje i ograničene resurse,
- bezbjednost i pouzdanost.

#### LITERATURA

- [1] S. Hussain, S. Schaffner and D. Moseychuck, "Applications of Wireless Sensor Networks and RFID in a Smart Home Environment", Proceedings of the 2009 Seventh Annual Communication Networks and Services Research Conference (2009) pp 153-157. W.K. Chen, *Book style*. Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 1-15.
- [2] M. Draganović, Zaštita u slučaju požara, FER Zagreb 2012
- [3] N. Hadžiefendić, DETEKCIJA POŽARA, Beograd, novembar 2006.
- [4] M. Milanović, M. Stojilović, M. Oklobdžija, G. Dimić, Adaptacija bežične senzorske mreže u cilju detekcije i dojava kritičnih situacija, INFOTEH-JAHORINA Vol. 11, March 2012. pp. 341-345
- [5] M. Brain, How Smoke Detectors Work 2000, <http://home.howstuffworks.com/smoke1.htm>.
- [6] D.T. Gottuk, et al., Advanced fire detection using multi-signature alarm algorithms. Fire Safety Journal, 2002. pp. 381-394
- [7] J.A. Milke, Using Multiple Sensors for Discriminating Fire Detection. In Fire Suppression and Detection Research Application Symposium. 1999, National Fire Protection Research Foundation
- [8] M. Bahrepour, N. Meratnia, P.J.M. Havinga, Automatic Fire Detection: A Survey from Wireless Sensor Network Perspective, 2008, Centre for Telematics and Information Technology, University of Twente, Enschede.
- [9] M. Thuillard, Application of Fuzzy Wavelets and Wavelets in Soft Computing Illustrated with the Example of Fire Detectors. in Wavelet Applications VII. 2000.
- [10] L.A. Cestari, C. Worrell, J.A. Milke, Advanced Fire Detection Algorithms Using Data from the Home Smoke Detector Project. Fire Safety Journal, 2005, pp. 1-28.
- [11] M. Bahrepour, N. Meratnia, P.J.M. Havinga, Use of AI Techniques for Residential Fire Detection in Wireless Sensor Networks, Pervasive Systems Research Group, Twente University, the Netherlands, AIAI-2009 Workshops Proceedings, pp. 311-321
- [12] A. Timm-Giel, K. Kuladinithi, M. Becker, C. Görg, Wireless Sensor Networks in Wearable and Logistic Application, TZI ikom of the University of Bremen, Germany
- [13] A. Jankowska, M.C. Schut, N. Ferreira-Schut, A Wireless Actuator-Sensor Neural Network for Evacuation Routing, 2009 Third

International Conference on Sensor Technologies and Applications, pp.139-144

- [14] H. Wang, M. Zhang, J. Wang, M. Huang, Engineering an Emergency Search and Rescue Application with Wireless Sensor Network and Mobile Robot, 2010 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, pp. 112-115
- [15] T. Tabirca, K.N. Brown, C.J. Sreenan, A Dynamic Model for Fire Emergency Evacuation Based on Wireless Sensor Networks, 2009 Eighth International Symposium on Parallel and Distributed Computing, pp. 29-36
- [16] A. Cherniak, V. Zadorozhny, Towards Adaptive Sensor Data Management for Distributed Fire Evacuation Infrastructure, Eleventh International Conference on Mobile Data Management, pp. 151-156
- [17] P. A. Laplanete, Real-time Systems Design and Analysis, 3<sup>rd</sup> ed. USA, 2004.
- [18] S. Garfinkel, G. Spafford, Practical UNIX & Internet Security, 2<sup>nd</sup> ed. O'Reilly, 1996
- [19] M. Herrera, How Far Away Should My Backup Data Center Be? [Internet], Dostupno: <http://mha-it.com/2011/03/how-far-away-should-my-backup-data-center-be/> [03.02.2013]
- [20] M. Tomašević, Strukture podataka, Beograd, 2005
- [21] M. R. Kosanović, M. K. Stojčev, Connecting Wireless Sensor Networks to Internet, FACTA UNIVERSITATIS, Mechanical Engineering Vol. 9, No 2, 2011, pp. 169 – 182
- [22] K. Walter, Development of an early warning information infrastructure using spatial web services technology, International Journal of Digital Earth, Vol. 3, No. 4, December 2010, 384-394
- [23] M. Rouached, S. Baccar, M. Abid, RESTful SensorWeb Enablement Services for Wireless Sensor Networks, 2012 IEEE Eighth World Congress on Services, pp. 65-72
- [24] Dz. Muracevic, F. Orucevic, H. Kurtagic, Article: Method of integration of geospatial data with business intelligent systems based on services oriented architecture. International Journal of Computer Applications, 7(7):35-39, October 2010.
- [25] D. Yazar, A. Dunkels. Efficient application integration in ip-based sensor networks. In Proceedings of the First ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Buildings, BuildSys '09, pp. 43-48, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [26] V. R. Adama, Wireless Sensor Network Architecture for Smart Buildings
- [27] L. Schor, P. Sommer, R. Wattenhofer, Towards a zero configuration wireless sensor network architecture for smart buildings. In Proceedings of the First ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Buildings, BuildSys '09, pages 31-36, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [28] F. De Stefani, P. Gamba, E. Goldoni, A. Savioli, D. Silvestri, F. Toffalini, A restful database for pervasive environmental wireless sensor networks. In Proceedings of the 2010 IEEE 30th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, ICDCSW '10, pages 206-212, Washington, USA, 2010. IEEE Computer Society.
- [29] M. Rouached, S. Chaudhry, A. Koubaa, Lowpans meet service-oriented architecture. JUSPN, 1(1):39- 48, 2010.
- [30] N. Mohamed, J. Al-Jaroodi, A survey on service-oriented middleware for wireless sensor networks. Service Oriented Computing and Applications, 5(2):71-85, 2011.

#### ABSTRACT

Smart building is not a matter of distant future but rather of a present time. The aim of intelligent buildings is to increase safety, comfort and economy. This paper presents the principles of creating an Internet-based WSN system in intelligent buildings relying on RESTful SensorWeb Enablement Services. It will be discussed how it is possible to achieve a system that preventive and corrective act in case of the fire.

#### THE ROLE OF INTERNET-BASED WSN IN FIREFIGHTING

Mirjana Maksimović, Vladimir Vujović