

Web-bazirani merni sistemi – primer edukativnog front-enda

Ivan Gutai, *Member, IEEE*, Đorđe Novaković, *Member, IEEE*, Platon Sovilj, *Member, IEEE*, Dragan Pejić, *Member, IEEE*, Marina Bulat, *Member, IEEE*, Nemanja Gazivoda, *Member, IEEE*

Apstrakt — U ovom radu je prikazan primer front-end modula koji omogućava prikaz rezultata merenja sa sedam različitih senzora uz prilagodljiv dizajn koji omogućava preglednost i sa računara, ali i sa prenosnih uređaja. Svaki senzor ima zaseban panel, na visokim rezolucijama se prikazuju dva u istom redu, dok se na prenosnim uređajima slažu jedan ispod drugog. Svaki panel prikazuje listu svih rezultata merenja i vreme kada su merenja izvršena, a istovremeno se i radi lakšeg nadzora prikazuje i grafik sa svim vrednostima. Svaki od osnovnih primera koji sadrže programski kod u JavaScript-u, koji se daju kao dodatak uz ovaj rad, pored edukativnog karaktera su predviđeni i da se savladaju za manje od 15 minuta, što čini celu ovu zamisao kompatibilnom sa osnovnim principima tzv. Microlearning-a.

Ključne reči—Web-bazirani merni sistemi; Microlearning; JavaScript; HTML 5; CSS 3; Chart.js; Metrologija

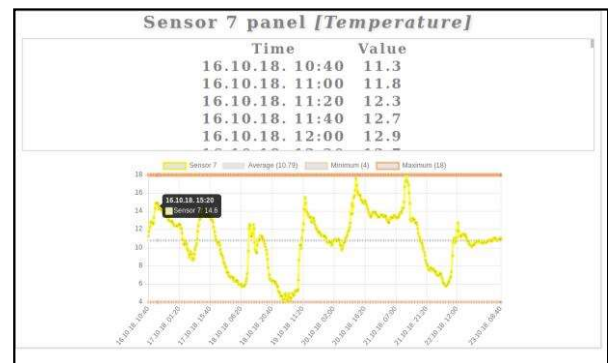
I. UVOD

Metrološki lanac, razvojem informaciono-komunikacionih tehnologija i evolucijom merne instrumentacije od analognih mernih instrumenta do složenih merno-informacionih sistema, vremenom je usloženjen. Bitni segmenti tog lanca su različiti moduli merno-informacionih sistema, uključujući i front-end module. Ovaj rad prikazuje jedan primer front-end modula web-baziranog mernog sistema, projektovanog za edukativne i razvojne svrhe.

Svedoci smo naglog uspona softverske industrije u poslednjih nekoliko decenija, čime softver postaje gradivni element većine savremenih uređaja. Neizostavni element svakog savremenog metrološkog sistema zahteva razvoj softvera, kao i korišćenje odgovarajućih alata. U metrologiji postaje sve zastupljeniji koncept udaljenih merenja, u kojem korisnik može dobiti uvid u rad određenog sistema korišćenjem mobilnog telefona, tableta, računara i sl., a takođe može i upravljati odgovarajućim procesima. Takođe, IoT (Internet of Things) koncept iziskuje pored hardverske platforme i stabilnu web aplikaciju. Kao rezultat pomenutih trendova, neophodno je napraviti edukativne platforme kako

bi se studenti, kao i inženjeri, obučili za rad sa softverom, što ujedno predstavlja motivaciju za ovaj rad. Platforma koja je opisana u ovom radu primenjena je u praksi kroz realizaciju u predmetu „Web bazirani merno akvizicioni sistemi“.

Primeri koji se koriste u nastavi, namenjeni za savladavanje osnovnih tehnika front end razvoja i kompletan izvorni kod dati su na linku [1]. Primer jednog panela aplikacije je prikazan na slici 1.



Sl 1. Prikaz dinamički osvežavanih rezultata merenja u web aplikaciji

Na panelu sa slici 1. dat je primer prikazivanja rezultata u razvijenoj web aplikaciji. Panel se sastoji iz dva dela:

- grafičkog: gde su grafičkim putem prikazane vrednosti izmerene temperature u vremenu. Klikom kursora na grafičkom panelu dobijaju se podaci o odabranom odbirku.
- tekstualnog: gde su prikazani odbirci temperature u vremenu.

Razvojno okruženje koje se koristi je Microsoft Visual Studio Code, u daljem tekstu VS Code. VS Code radi na Windows-u, Mac OS-u i na Linux-u. Svi alati koji su korišćeni, besplatni su i jednostavni za konfigurisanje. HTML je korišćen za kreiranje web aplikacije, CSS za definisanje izgleda, a JavaScript za programiranje. Osim instalacije VS Code-a potrebno je instalirati Node.js®, okruženje u kom se JavaScript izvršava.

Na panelu na slici 2 je prikazana mogućnost isključivanja prikaza određene grupe podataka, npr. minimalnih i maksimalnih vrednosti, nakon čega se grafik automatski skalira po y osi. Na ovaj način dobija se na preglednosti rezultata kao i na njihovom međusobnom poređenju.

Ivan Gutai – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: gutai@uns.ac.rs).

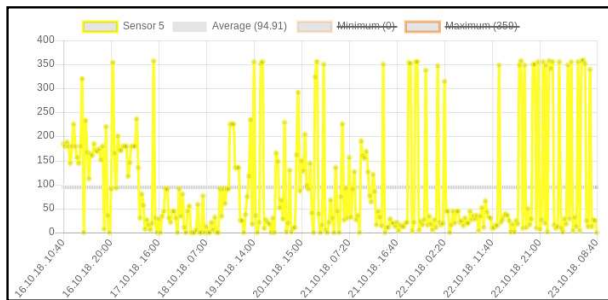
Đorđe Novaković – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: djordjenovakovic@uns.ac.rs).

Platon Sovilj – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: platon@uns.ac.rs).

Dragan Pejić – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: pejicdra@uns.ac.rs).

Marina Bulat – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: marina.bulat@uns.ac.rs).

Nemanja Gazivoda – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: nemanjagazivoda@uns.ac.rs).



Sl 2. Prikaz funkcionalnosti koja omogućava selektivni grafički prikaz podataka

II. PRILAGODLJIVI DIZAJN I KNOW-HOW

Savremeni internet pretraživači kao što su: Google Chrome, Mozilla Firefox, Apple Safari, Яндекс.Браузер, Microsoft Edge i razni drugi u većini slučajeva prikazuju napisanu aplikaciju baš onako kako je projektant to i zamislio. Kada se ista aplikacija otvori u staroj verziji Microsoft Internet Explorer-a, koji je bio aktuelan pre desetak godina - sledi iznenađenje. Iz navedenog razloga je pre samog kreiranja web aplikacije bitno odrediti ciljnu grupu, bilo da su to korisnici najnovijih Android ili iPhone uređaja iz 2019. ili je potrebno da web aplikacija radi besprekorno u Internet Explorer-u verzije 9 iz 2011. godine. Ciljna grupa ove web aplikacije su studenti koji aplikaciju koriste na računarima, koji imaju operativne sisteme novije generacije, a prilagodljivi dizajn je uveden da bi mogli da postave ovu aplikaciju na internet i da je slobodno koriste i na smartphone uređajima. Testiranje napisanog koda je bilo obavezno na različitim uređajima i u različitim internet pretraživačima i uvek su to radile bar dve osobe.

Web-bazirani merni sistem je razvijen kao koncept, koji zahvaljujući pomoćnim fajlovima koji se mogu preuzeti sa linka [1], omogućava studentu da relativno brzo prođe uvodnu front-end obuku, a zatim napravi web aplikaciju koja je funkcionalna i dobro izgleda na prosečnom laptop računaru sa ekranom rezolucije 1920 x 1080 px, kao i na mobilnom uređaju starije generacije koji ima rezoluciju npr. 480 x 800 px.

Telefoni iz vrhunskih serija (eng. flagship), iako imaju izuzetno velike rezolucije, umeju da stvaraju dodatne projektantske izazove. Npr. LG G3 iako ima rezoluciju od 1440 x 2560 px, nije sposoban da u portret režimu prikaže galeriju koja ima zadatu širinu od 800 px. Odgovor na to pitanje se dobije istraživanjem i informacijom da navedeni telefon ima rezoluciju od 480 x 853 dp i gustinu piksela 3. Upotreba savremenih jedinica mere kao što su dp (device independent pixels) i mnogih drugih su samo neke od stvari koje treba imati u vidu. Material.io [2] je online resurs koji između ostalog daje i smernice o dimenzijama ekrana mobilnih uređaja.

III. KORIŠĆENE TEHNOLOGIJE I ALATI ZA IZRADU MATERIJALA ZA VEŽBE

Za izradu edukativnog front-enda su korišćeni HTML 5, CSS 3 i JavaScript. Chart.js [3] je jedna u nizu besplatnih biblioteka koja je izabrana sa ciljem da omogući efektivan način za prilagodljivo iscrtavanje grafika u sklopu svakog panela. Medija upiti su upotrebljeni na takav način da se na ekranima širine do 1152 px prikazuje samo jedan panel, a preko toga, po dva panela u jednom redu. Od novijih alata, studentima je data i mogućnost da koriste i Brackets, koji omogućava brzo i lako kreiranje i testiranje web stranica i ima vrlo korisnu opciju koja se zove: "Live preview". Zbog edukativnog karaktera, veoma je bitno da u svakom trenutku HTML kod bude pravilno napisan. Da ne bi ručno tražili da li je napravljen propust u kodu, upotrebljen je efikasan alat za proveru [4], koji je kreiran od strane W3C (World Wide Web konzorcijuma). Ostavljena je i mogućnost da se prilikom dizajna izabere skladna paleta boja, uz pomoć Adobe Color Wheel online alat-a [5].

IV. PRAKTIČNI RAZVOJNI PRIMERI

Kompletan materijal pored edukativnog karaktera služi i za podsetnik za tehnički intervju. Niz primera je dat i mogu se prikazivati ili u web stranici ili u konzoli, a pošto su logički podeljeni i većina sadrži desetak linija koda, mogu se uklopiti u Microlearning. Između ostalog, za pisanje ovog rada su poslužile, dve knjige [6] i [7] i Pluralsight [8]. Funkcije i elementi JavaScript-a koji omogućavaju da se do detalja razume jedan ovakav web-bazirani merni sistem su: if else, switch case, push(), unshift(), pop(), shift(), svojstvu objekta, do while petlja, while petlja, opseg funkcije, ključna reč this, prototipovi, value tipovi, reference tipovi, callback funkcije, IIFE (Immediately Invoked Function Expression), Function.apply(), Function.call(), Function.bind(), ternarni operator, setTimeout(), clearTimeout(), setInterval(), clearInterval(), Object.freeze(), Object.assign(), arrow funkcija, try catch finally, Array.reduce(), spread sintaksa (...), forEach(), map(), 4 načina za kreiranje objekta ({}, Object.create, new ključna reč, class), Closure, Promises, Iterators, Generators i Async/Await. Microlearning tehnika je korišćena iz praktičnih razloga, zato što se razumevanjem pojedinačnih funkcija, stiče i mogućnost sagledavanja šire slike i adaptacija front end rešenja.

Jedna od funkcija koja je sastavni deo web-baziranog mernog sistema je i CalculateMaxValue, koja je prikazana na slici 3.

```
function CalculateMaxValue(dataObject) {
    var maxValue;
    var dataArray = new Array;
    for (var o in dataObject) {
        dataArray.push(dataObject[o]);
    }
    maxValue = Math.max(...dataArray);
    return maxValue;
}
```

Sl 3. CalculateMaxValue funkcija

Na primeru CalculateMaxValue funkcije se može videti da ona kao ulazne parametre dobija niz podataka, for petljom prolazi kroz svaku stavku, push() funkcijom ih dodaje u definisani dataArray niz, pomoću spread sintakse se niz prilagođava Math.max() funkciji, nakon čega funkcija CalculateMaxValue vraća brojnu vrednost koja predstavlja maksimalan broj od zadatog skupa brojeva.

Rezultati merenja koji se obrađuju i prikazuju, se nalaze na disku, u JSON formatu. JavaScript kod je prilagođen strukturi JSON fajla koji je prikazan na slici 4.

```
[
  {
    "Humidity": { "2018-10-18 02:20:00": 54.0,
                  "2018-10-18 02:40:00": 53.0,
                  "2018-10-18 03:00:00": 56.0},
    "Rainfall": {}, "WindGust": {},
    "Temperature": {}, "Pressure": {},
    "WindSpeed": {}, "WindDirection": {}
  }
]
```

Sl 4. Struktura rezultata merenja u JSON fajlu

V. PRIMER SPECIFIKACIJE ZAHTEVA

Potrebno je na jednoj stranici prikazati rezultate merenja sa tri različita senzora. Fajl sa svim rezultatima je "extractedData.json", a sadrži sledeće parametre: "Humidity, Rainfall, WindGust, Temperature, Pressure, WindSpeed i WindDirection." Obavezno je prikazati rezultate za WindGust i još sa dva senzora po izboru. Rezultate je potrebno prikazati u tabeli i na grafiku. Tabela treba da sadrži dve kolone, TIME i VALUE, a rezultati da budu prikazani u formatu, npr. "16.10.18. 11:40" i "960.40", respektivno. Prikazuju se svi rezultati, bez ikakvog filtriranja. Grafik treba da sadrži sve podatke, sortirane po vremenu. Opciono je da se prikažu minimalna, maksimalna ili srednja vrednost, na istom grafiku. Grafik treba da ima mogućnosti isključivanja prikaza seta parametara i automatsko prilagođavanje skale (Chart.js). Kao rezultat treba da se dobiju tri bloka koja u sebi sadrže i grafik i tabelu. Prilagoditi dizajn svih blokova, da budu u skladu sa prvim blokom. Izbor boja treba da se razlikuje od zadatog primera i potrebno je da bude čitko. Na rezolucijama do 1152 px je potrebno prikazivati jedan blok ispod drugog, dok je na većim rezolucijama potrebno prikazivati dva bloka, jedan pored drugog. HTML treba da bude personalizovan i da sadrži imena (polje "author") i brojeve indeksa (polje "keywords"). JavaScript fajl treba da sadrži isključivo kod koji je potreban za prikaz odabranih podataka, a nazivi promenljivih treba da budu smisleni. Zbog učitavanja fajlova sa lokalne mašine koristiti za razvoj Brackets sa opcijom "Live preview" ili neki drugi editor, uz Mozilla Firefox.

Rezultati merenja koji su obrađivani u ovom radu su preuzeti sa linka [9]. Ceo sistem ima edukativni karakter, a JavaScript je objektno orijentisan jezik, pa su u kodu date i

smernice za refaktorisanje postojećeg koda i prikazane su na slici 5.

```
function Object_values(obj) {
  var vals = [];
  for (var prop in obj) {vals.push(obj[prop]);}
  return vals}

function MeasurementUnit(keys, values) {
  var newUnit = {};
  this.keys = keys;
  this.values = values;
  return newUnit}

function createMyFirstObject(inputData) {
  outputData = new MeasurementUnit();
  outputData.keys = Object.keys(inputData[0]);
  outputData.values = Object_values(inputData[0]);
  return outputData}
```

Sl 5. Objektno orijentisane smernice za refaktorisanje postojećeg koda

VI. PRIMENA APLIKACIJE U NASTAVI

Kako bi se spregnuo svet metrologije i softvera, na katedri za električna merenja uveden je predmet na IV godini studija pod nazivom "Web bazirani merno akvizicioni sistemi" čija je srž opisana web aplikacija. Naredni koraci predstavljaju nadograđivanje i usavršavanje metodoloških pristupa prilikom upoznavanja studenata sa novim softverskim alatima i konceptima. Pokazano je u praksi da je projektni rad takode neizostavna celina koju je neophodno da imaju studenti inženjerskih nauka na višim godinama studija. Ovakav pristup otvara mogućnost da studenti dobiju detaljniji i sveobuhvatniji uvid u inženjerski način razmišljanja. Jedan od predloga može biti projektovanje mikrokontrolerskog sistema za merenje/nadgledanje odgovarajućeg procesa gde je neophodno da se upotrebi poznavanje hardvera, firmvera i softvera, kao i njihovu integraciju i pravilnu sinhronizaciju.

Kroz naredne ispite moguće je izvršiti detaljnije upoznavanje studenata sa dodatnim razvojnim alatima. Moguće je dodati bazu podataka umesto upisivanja u postojeći fajl, merenje i prikaz rezultata u realnom vremenu, povezivanje više pomenutih mikrokontrolerskih sistema u jednu celinu itd.

Veliki broj zahteva ostavlja dovoljno prostora mentoru da na adekvatan način i izvrši ocenjivanje projektnog zadatka, gde bi svaki zahtev nosio odgovarajući broj bodova pri formiranju konačne ocene.

VII. ZAKLJUČAK

U radu je dat opis web aplikacije koja se može koristiti u različitim metrološkim konceptima poput IoT, pametne kuce, konceptu udaljenih merenja... Aplikacija predstavlja edukativnu platformu za savladavanje osnovnih softverskih web alata.

HTML 5 je upotrebljen za izradu strukture sadržaja zato što omogućava efikasno dodavanje dinamičkog sadržaja. Zbog redukovanja kompleksnosti, za stilizovanje web stranice je

umesto SASS-a korišćen CSS. Takođe, zbog redukovanja kompleksnosti aplikacija ne koristi Angular framework, već je napisana u čistom JavaScript-u (ECMAScript 6). Prilikom pisanja aplikacije akcenat je stavljen na modularnost i na upotrebu open source tehnologija. Pored mnoštva modernijih jedinica mere, za veličinu prikaza je korišćen pixel (px). Takođe, dat je i niz primera koji omogućavaju da se svako parče ove aplikacije može efikasnije analizirati. Autori se aktivno trude da koriste tzv. cutting edge tehnologije i logički dodatak na ovu aplikaciju je trenutno u fazi razvoja, gde se kao back-end koristi .NET Core tehnologija i SignalR middleware, koji pored već atraktivnog načina prikazivanja, nude i mogućnost prikazivanja rezultata u realnom vremenu. Funkcionalnost front-enda će u narednim verzijama biti proširena sa medija upitima koji su prilagođeni gledanju rezultata merenja na papiru.

LITERATURA

- [1] <https://github.com/IvanGutai/MicroLearning>
- [2] <https://material.io/tools/devices>
- [3] <https://www.chartjs.org>
- [4] <https://validator.w3.org>
- [5] <https://color.adobe.com/create/color-wheel>
- [6] <https://www.oreilly.com/library/view/beginning-javascript-5th/9781118903742>

- [7] <https://www.packtpub.com/web-development/responsive-web-design-html5-and-css3-second-edition>
- [8] <https://www.pluralsight.com>
- [9] <http://newcastle.urbanobservatory.ac.uk>

ABSTRACT

In this paper, an example of a front-end module which shows measuring results from seven different sensors in a responsive manner is described. Responsive part enables that results can be viewed easily from PCs and from portable devices. Every sensor has a separate panel. On high resolutions, two panels are shown in one row, on portable devices panels are stacked. Each panel shows a list of measuring results with adequate time values, at the same time, for easier monitoring purposes graph with all values is shown. Each of the basic examples which contain programming code written in JavaScript, given as an addition to this paper is made in the way that can be dealt with in less than 15 minutes. Besides educational character this concept is compatible with basic Microlearning principles.

Web-based measuring system - educational front-end

Ivan Gutai, Đorđe Novaković, Platon Sovilj, Dragan Pejić, Marina Bulat, Nemanja Gazivoda