

## KONCEPT VOZILA ZA MERENJE PARAMETARA KVALITETA VAZDUHA I USLOVA RADNE SREDINE CONCEPT OF VEHICLE FOR MEASURING AIR QUALITY AND WORKING ENVIRONMENT CONDITIONS

*Dr Slavimir Stošović, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20\**  
*Mr Miloš Ristić, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20*  
*Miloš Kosanović, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20*

**Rezime:** Sa ciljem da se razvije mobilno rešenje za merenje parametara kvaliteta vazduha i uslova radne sredine razvijen je koncept vozila i prateći softver za daljinsko upravljanje, snimanje podataka i izradu izveštaja. Srž realizovanog vozila predstavlja Arduino mikrokontroler, dok senzori koji se nalaze na vozilu služe za merenje parametara okoline. Skup senzora kojim je vozilo opremljeno nije konačan i može se proširiti. Kako bi omogućili daljinsku kontrolu kretanja vozila i očitavanje izmerenih podataka kreirana je Android aplikacija. Za upravljanje sa udaljene lokacije, snimanje podataka u bazu i izradu izveštaja, razvijena je PHP Web aplikacija. IP infracrvena kamera koja je montirana na vozilu šalje serveru video signal koji operator vozila koristi da bi posmatrao teren na kome se vozilo kreće. Prednost opisanog rešenja je njegova modularnost, tj. mogućnost dodavanja novih funkcionalnosti.

**Ključne reči:** koncept vozila, kvalitet vazduha, uslovi radne sredine, senzori za merenje, daljinsko upravljanje

**Summary:** With the aim to develop a mobile solution for the measurement of the air quality and working environment conditions, we developed concept of vehicle and accompanying software for remote control, data recording and reporting. The core of the vehicle is the Arduino microcontroller and sensors that are located on the vehicle are used to measure the environmental parameters. A set of sensors provided in the vehicle is not final and can be extended. In order to enable remote control of vehicle movement and reading of measured data Android application was created. Also, PHP Web application is developed allowing an operator who is not on the terrain but in his office miles away, to control the vehicle and to create the appropriate reports. IP infrared camera that is installed on the vehicle sends the video signal to the operator and is used to observe ground where the vehicle is moving. The advantage of the described solution is its modularity, i.e. ability to add new functionality.

**Keywords:** concept of vehicle, air quality, conditions of working environments, sensors, remote control

### UVOD

Intenzivan razvoj tehnologije i sve veće zagađenje svih elemenata životne sredine stavljaju pred nas izazove očuvanja kvaliteta vazduha, vode i zemljišta, a takođe i očuvanja i poboljšanja uslova radne sredine. Razvoj, vođenje i unapređivanje informacionog sistema u oblasti zaštite životne sredine jedan je od ključnih stručnih poslova i zadataka u svakom društvu. Praćenje stanja životne sredine, monitoring i prikupljanje podataka o kvalitetu životne sredine kao i njihova obrada složeni su i zahtevni zadaci. Činjenica da postoje tereni koji nisu pristupačni ili spadaju u ne bezbedne oblasti, motivisala je autore ovog rada da formiraju multidisciplinarni tim stručnjaka kako bi razvili koncept vozilo za sakupljanje podataka na nepristupačnim terenima.

Koncept vozilo koje je razvijano, moralo je da odgovori na sledeće zahteve:

1. Da bude stabilno, bezbedno i pokretno;
2. Da bude lako upravljivo;
3. Da može da se uputi na nepristupačan teren i da na njemu izmeri određene parametre kvaliteta vazduha, kao i uslova radne sredine;
4. Da sakupljene informacije prikazuje određenim tehnikama u 2 različite aplikacije;

---

\*Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš  
[slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs](mailto:slavimir.stosovic@vtsnis.edu.rs)

Kao tehničko rešenje za sakupljanje podataka nametnuo se Android [1] operativni sistem kojim se kontroliše Arduino mikrokontroler ugrađen u vozilo. Android kao operativni sistem otvorenog koda predstavlja najpopularniji i najzastupljeniji operativni sistem za mobilne uređaje današnjice. U zadnjih nekoliko godina mnogi projekti su započeti sa ciljem da približe Android drugim platformama.

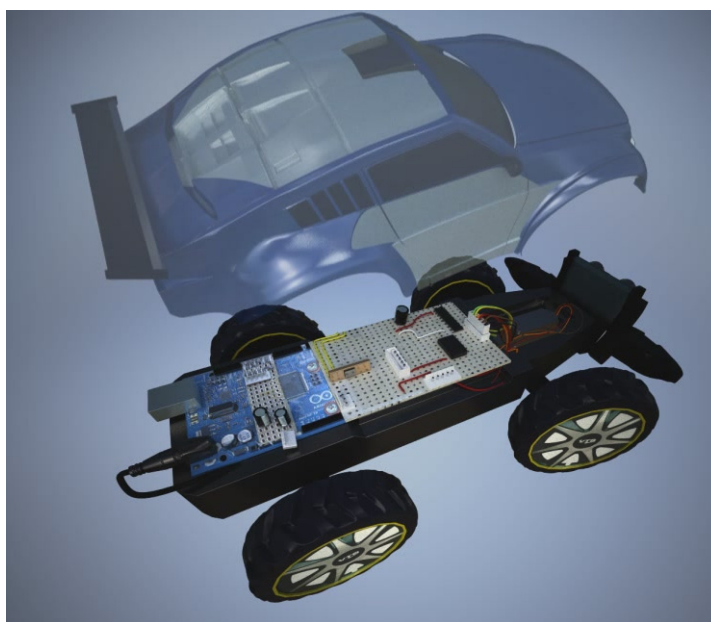
Arduino [2] je fizička računarska platforma otvorenog koda zasnovana na jednostavnoj ploči sa ulazno-izlaznim pinovima i razvojnom okruženju. Preko digitalnih ulazno-izlaznih i analognih ulaznih konektora, Arduino mikrokontroler može da prima signale iz okoline ili da kontroliše druge elektromehaničke komponente. Arduino razvojno okruženje zbog svojih brojnih prednosti (jednostavno programiranje, serijska komunikacija preko USB porta, brojne softverske biblioteke,...) sve češće se primenjuje u svakodnevnom životu, kako u uređajima za zabavu tako i u profesionalnim sklopovima. U ovom radu, Arduino elektromehanički sklop (vozilo) se kontroliše sa Android uređaja pomoću kreirane Android aplikacije.

Sa druge strane, kao bi obezbedili pristup i kontrolu pomoću računara sa udaljene lokacije, kreirana je i PHP [3] aplikacija sa istim funkcionalnostima koje ima i Android aplikacija. Podaci snimljeni u MySQL [3] bazi se mogu koristiti za kreiranje odgovarajućih izveštaja.

## **KONCEPT VOZILO**

Koncept vozilo je razvijeno modifikacijom i tehničkim unapređenjem konstrukcije postojećeg vozila. Zadržana je spoljašnja maska vozila, a gotovo svi ostali elementi su poboljšani.

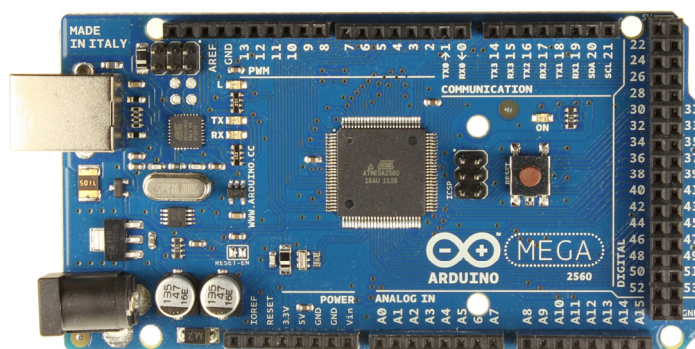
Stabilnost vozila, kome je masa povećana za više od 80% ostvarena je ojačavanjem donje ploče vozila vezivnim limovima i izradom poluosovina od čelika E295, čime su postojeće poluosovine vozila znatno ojačane, a sam prečnik poluosovina je povećan sa 1 na 2 mm. Kako je ovaj konstruktivni element opterećen najviše na savijanje, a znatno manje na uvijanje, opredelili smo se za materijal Čelik E295 koji obezbeđuje dozvoljeni napon na savijanje od 410 MPa. Izmenom donje nosive ploče vozila obezbeđeno je da se na samu ploču postavi set elektronske opreme koja će obezbediti praćenje određenih parametara životne sredine putem ugrađenih senzora, da bi kasnije te podatke obradili putem kreirane aplikacije. Kako je primećeno da će koncept vozilo koristiti veću količinu energije od one koju bi obezbedile baterije od 900mA i sa 3,7V odlučeno je da se izvor napajanje ojača LiPo (litijum-polimer) baterijom od 3300mA i 11,1V. Kao prostor predviđen za novi izvor električnog napajanja, predviđen je deo ispod donje nosive ploče, pa je sama ploča još jednom modifikovana i delimično podignuta u odnosu na tlo, što je zahtevalo i zamenu točkova.



*Slika 1. 3D prikaz koncept vozila*

## **ARDUINO RAZVOJNO OKRUŽENJE**

Arduino predstavlja razvojni sistem otvorenog koda zasnovan na 8-bitnom Atmel AVR ili 32-bitnom Atmel ARM mikroprocesoru. Ploča Arduino razvojnog okruženja u osnovi sadrži: oscilator odnosno kristal koji reguliše vremenske impulse procesora (clock), naponske regulatore vrednosti 5V i 3,3V i USB-to-serial konvertor. Za ovaj projekat je korišćena platforma Arduino Mega [4] sa ATMEGA 2560 mikroprocesorom (Slika 2.). Ona sadrži 54 digitalna ulazno-izlazna pina od kojih 14 mogu da se koriste kao PWM (Pulse-width modulation) izlazi. Osim toga sadrži 16 analognih ulaza, 4 UART (hardverska serijska) porta, kristalni oscilator 16 MHz, USB konekciju, priključak za napajanje, ICSP (In-Circuit Serial Programming) konektor i taster za reset. Povezuje se sa računarom preko USB porta, a moduli za komunikaciju (Bluetooth, Wireless) se povezuju sa odgovarajućim RX (receive X) i TX (transmit X) pinovima. Napajanje neophodno za funkcionisanje mora biti u granicama između 7V i maksimalnih 20V.



*Slika 2. Arduino Mega*

Softversko razvojno okruženje [5] je potpuno besplatno, otvorenog je koda i može se preuzeti za Mac OSX, Windows i Linux operativni sistem. Hardverska moć Arduina nije na zavidnom nivou, pre svega zbog procesorske moći i količine podataka koje može da obradi u jedinici vremena, pa je optimizovanje programskog koda jako bitno kako bi kompletan sklop radio bez kašnjenja. Ovo je vrlo bitno kod kontrolisanja elektromehaničkih sklopova, gde je neophodno obezbediti korisniku rad u realnom vremenu. U okviru ovog projekta Arduino mikrokontroler ima nekoliko različitih uloga:

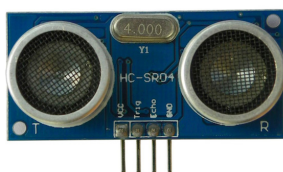
1. *Vrši napajanje i komunikaciju sa sensorima za očitavanje atmosferskog pritiska, nadmorske visine, temperature vazduha, vlažnosti vazduha, količine ugljen-monoksida, kao i jačine osvetljenosti sredine.*
2. *Ispisuje predefinisani tekst na LCD displeju [6].*
3. *Na osnovu podataka koje očitava sa senzora udaljenosti od prepreke upravlja pogonskim motorom u cilju zaobilazanja prepreke.*
4. *Preko povezanog Bluetooth [7] modula komunicira sa Android uređajem i prima signale za kontrolisanje kretanja robota koji se zatim prosleđuju pogonskim motorima.*
5. *Takođe preko Bluetooth modula, Arduino mikrokontroler prosleđuje Android uređaju vrednosti izmerene sensorima.*

## **SENZORI ZA AKVIZICIJU**

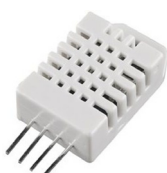
Ono što omogućava akviziciju podataka sredine jesu senzori. Na vozilu je montirano 4 senzora (Slika 3.) i fotootpornik kako bi prikupili što više informacija o području u kome se vozilo kreće. Vozilo je opremljeni i infra-crvenom kamerom što omogućava snimanje terena i u potpunom mraku.

**HC-SR04** - Ultrazvučni senzor [8] omogućava beskontaktno merenje razdaljine u opsegu od 2cm do 400cm uz veliku preciznost od oko 3mm zavisno od uslova u kojima se senzor nalazi. Napaja se naponom od 5V DC a potrošnja struje iznosi manje od 2mA. Ultrazvučni senzor se povezuje na 2 digitalna pina Arduina (triger i echo) i na kontrolisani napon 5V. Senzor šalje ultrazvučni impuls i meri vreme njegovog povratka, a softverski se na osnovu toga izračunava razdaljina. Kada ta vrednost dođe do definisane kritične vrednosti (10cm), Arduino zaustavlja pogonski motor.

**DHT22** - Senzor relativne vlažnosti vazduha [9] se sastoji od kapacitivnog senzora vlažnosti vazduha, termistora za merenje temperature i elektronike za komunikaciju sa mikrokontrolerom. Fabrički je kalibrisan i ne zahteva nikakva posebna podešavanja, a sa Arduinoom se povezuje preko digitalnog pina.



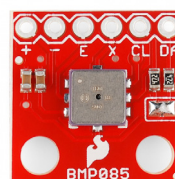
HC-SR04  
Ultrazvučni senzor



DHT22  
Senzor temperature i vlažnosti



MQ7  
Ugljen monoksid senzor



BMP085 –  
Senzor atmosferskog pritiska

Slika 3. Senzori ugrađeni na vozilu

**MQ7** - Ugljen monoksid senzor [10] meri koncentraciju ugljen monoksida u vazduhu, veoma je osetljiv i povezuje se preko analognog signala na Arduino, dovodi mu se +5V na interni grejač i vezuje mu se otpornik ka masi. Senzor očitava vrednosti tek nakon zagrevanja na određenu temperaturu, a do tada na polju u aplikaciji predviđenom za tu vrednost, ispisuje obaveštenje: „Senzor se zagreva“. Sledeći primer predstavlja kôd za senzor ugljen monoksida sa komentarima:

```
void ugljenmonoksid() {  
    MQ7.CoPwrCycler();  
  
    if(MQ7.CurrentState()==LOW) {  
        //prepoznavanje niskog naponskog stanja na senzoru što znači da je zagrejan i da  
        //očitava vrednost  
        CoData = analogRead(CoSensorOutput);  
        Serial.print(CoData);  
        Serial.print(":");  
        //daje očitavanu vrednost  
    }  
  
    else{//u drugom slučaju senzor je na 5V što znači da je zagrevanje u toku  
        Serial.print("Senzor se zagreva!");  
        //ispisuje informaciju u ovom slučaju  
    }  
}
```

**BMP085** - Senzor atmosferskog pritiska [11] sadrži Bosch BMP085 senzor i prateće komponente integrisane na pločici. Povezuje se na 3.3V i omogućava merenje pritiska u opsegu od 300 do 1100hPa sa rezolucijom od 0.01hPa. Merenje temperature se kreće u opsegu od 0 do 65°C, a senzor beleži i nadmorsku visinu. Sa Arduino mikrokontrolerom se povezuje preko posebnih digitalnih SDA i SCL pinova.

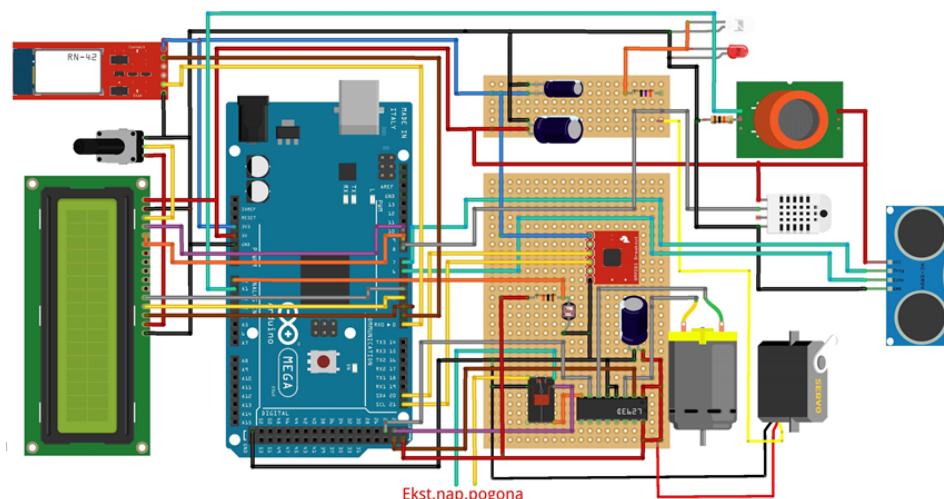
**Fotootpornik** - Na vozilu je montiran i fotootpornik koji preko analognog pina daje vrednost jačine osvetljenja područja u kome se nalazi. Na osnovu izmerene vrednosti automatski se uključuju LED farovi koji osvetljavaju put vozilu i podešava pozadinsko osvetljenje Android aplikacije.

## INTERFEJS

Principijelna šema vozila je kreirana u programu Fritzing [14] i prikazana je na Slici 4. Komunikacija pasivnih i aktivnih komponenata sa Arduino mikrokontrolerom je ostvarena preko jednostavnog interfejsa napravljenog na raster ploči (Slika 5.)

Na interfejsu su zalemljene sve komponente i priključci za komponente koje su montirane na šasiji vozila. Precizno raspoređenim pinovima sa donje strane raster ploče, interfejs se priključuje na Arduino po ugledu na Socket tehnologiju. Ovim je rasklapanje celog sklopa pojednostavljeno i za samo par minuta možemo Arduino pločicu odstraniti iz vozila radi upotrebe u drugim projektima. U isto vreme, omogućeno je brzo proširivanje celog sklopa dodavanjem novih elemenata na kreirani interfejs.

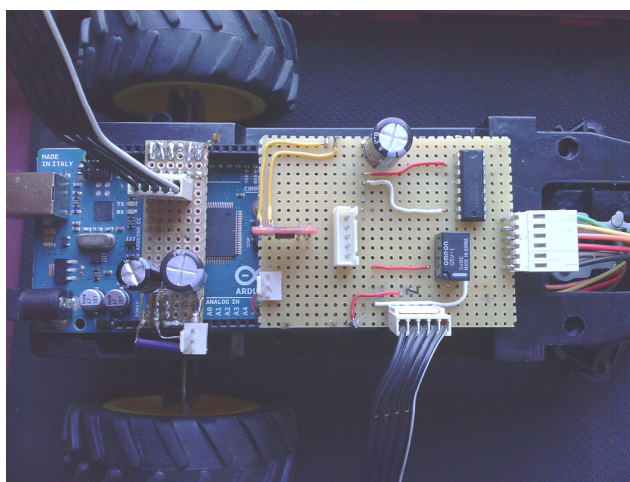




Slika 4. Principijelna šema elektromehaničkog sklopa

Na interfejsu su smeštene sledeće aktivne i pasivne komponente (Slika 5.):

1. Integrirano kolo - IC L239D [15]
2. Releji - Omron G5V-1
3. Senzor atmosferskog pritiska - BMP085
4. Konektori flat kablova za povezivanje sa sensorima montiranim na šasiji vozila, motorima i ostalim komponentama koje se ne nalaze na interfejs ploči.
5. Elektrolitski kondenzatori (1000 $\mu$ F i 1500  $\mu$ F) čija je uloga poništavanje pada napona kontrolisanih strujnonaponskih izlaza Arduina, 3.3V i 5V.
6. Otpornici koji se ponašaju kao delitelji napona (oni koji se povezuju na masu senzora) odnosno ograničavači struje (kod povezivanja LED farova).



Slika 5. Raster ploča sa ugrađenim elementima

**Integrirano kolo L239D** je ovde iskorišćeno kao drajver DC pogonskog motora i njegova uloga je da menja smer kretanja (napred-nazad) u zavisnosti od dovedene funkcije na Input pinovima 2 i 7. Ovi pinovi se vezuju za digitalne pinove preko Arduino interfejsa i u zavisnosti od stanja na izlaznim pinovima Output 3 i 6 daje + - odnosno - + stanje, kao u Tabeli I. Pinovi 3 i 6 su vezani direktno za DC pogonski motor. Pinovi 4, 5, 12 i 13 se vezuju za masu i ujedno mogu da služe za odvođenje toplote kola, ako se na njih nalemi hladnjak. Optimizovanjem režima rada, u ovom sklopu nije bilo potrebe za hlađenjem kola. Pin ENABLE 1 je vezan za kontrolisani naponski izlaz Arduina od 5V tako da je kolo uvek aktivno i "čeka" komandu na IN pinovima da pokrene motor čime je izbegnuto njegovo povezivanje na digitalni izlaz Arduina, što bi samo povećalo kôd i učinilo ga kompleksnijim, a ne dobija se na uštedi energije (jer je kolo svakako neaktivno dok se pinovi 2 i 7 ne dovedu u aktivno stanje).

Tabela 1. – Stanja na drajveru pogonskog DC motora

IN		OUT		MOTOR
Pin2	Pin7	Pin3	Pin6	Pravac
0	0	0	0	Stop
0	1	0	1	Napred
1	0	1	0	Nazad
1	1	NA	NA	Greška

Na pin16 VSS se dovodi napon koji napaja logiku kola, odnosno kontrolisani napon od 5V (pin 1 i pin 16 su kratkospojeni). VS pin8 je kratkospojen sa izlaznom funkcijom releja Omron G5V-1. Njegova uloga je u izboru napona koji se usmerava i prosleđuje na DC pogonski motor na način koji je opisan u nastavku.

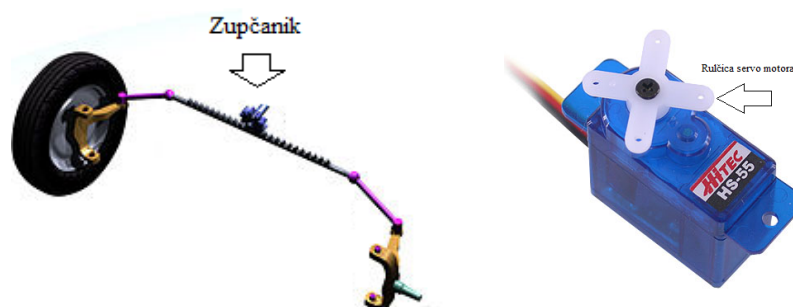
**Relej Omron G5V-1** je vrlo malih dimenzija, sa malom potrošnjom energije i niskom cenom. U ovom projektu je iskorišćen kao "birač" napona koji se prosleđuje drajveru pogonskog DC motora. Radi se o niskom naponu, sa jedne strane se prosleđuje 3V a sa druge strane 9V što je ujedno i maksimalni napon kojim se ovaj celokupni sklop napaja. Prednost mehaničkog releja u odnosu na neku drugu tehnologiju (npr. tranzistorski prekidač) u ovom projektu je ta što zauzima mnogo manje mesta nego što bi bilo potrebno za bilo koje drugo rešenje, ne koristi dodatne komponente, nema gubitka napona i struje koji se biraju i prosleđuju i vrlo brzi odziv prilikom promene stanja.

Kontrola promene brzine kretanja je vrlo jednostavna, elektromagnet unutar releja se kontroliše preko digitalnog izlaznog pina Arduina (Tabela II.). Kad je na tom izlazu nisko stanje, relej je u prvom režimu i prosleđuje napon od 3V. Aktiviranjem pina Arduina (visoko stanje) elektromagnet se aktivira i kontrolni pin menja svoj položaj na drugi režim, gde se prosleđuje napon od 9V.

Tabela 2. – Regulisanje promene brzina pogona

Arduino	Relej		IC L239D pinVS	Motor
Digital pin	Pin2	Pin9	Napon (V)	Brzina
0	0	⏏	3V	D
1	1	⏏	9V	S

Promena pravca kretanja vozila se vrši simulacijom skretanja kao kod pravog automobila, preko zupčaste letve i spona kao na Slici 6. Zupčastu letvu dodiruje zupčanik na koji je fiksirana ručica servo motora [16]. Servo motor se povezuje na digitalni izlazni pin Arduina, na masu i kontrolisani napon od 5V.



Slika 6. Simulacija promene pravca

Primer Arduino kôda za pokretanje servo motora:

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
// Kreiranje objekta servo
int pos = 0;
// Promenljiva koja čuva vrednost položaja ručice
void setup()
{
myservo.attach(9);
// Definišemo na kom je
// pinu povezan data kabl servo motora
```

```
}  
  
void loop()  
{  
for (pos=0; pos<180; pos+=1)  
//ručica ide od 0 do 180 stepeni u  
koracima od po 1 stepen  
{  
myservo.write (pos) ;  
//pomera servo motor u poziciju koju sadrži promenljiva pos  
delay (15) ;  
}  
for (pos = 180; pos>=1; pos-=1)  
//servo ide od 180 do 0 stepeni  
{  
myservo.write (pos) ;  
//pomera servo motor u poziciju koju sadrži promenljiva pos  
delay (15) ;  
}  
}
```

## KOMUNIKACIJA

Komunikacija između vozila i Android aplikacije je ostvarena Bluetooth bežičnom serijskom konekcijom, a zasniva se na stalnom „oslušivanju“ serijskog RX pina na mikrokontroleru. Ukoliko dođe do promene napona na pinu RX mikrokontroler je prepoznaje i čita zabeleženu vrednost, koja se prosleđuje dalje kao izvršni parametar u Arduino kôdu. Informacije koje se šalju iz Android aplikacije ka Arduino su komande za kretanje i upiti stanja senzora.

Komunikacija u drugom smeru, od mikrokontrolera ka Bluetooth uređaju je ostvarena preko TX pina. Android aplikacija na mobilnom uređaju ima u sebi aktiviran servis koji u pozadini stalno „osluškuje“ da li ima povratnih informacija od strane Arduino mikrokontrolera odnosno Bluetooth predajnika. Primiteljne informacije predstavljaju promene (izmerene vrednosti) na montiranim senzorima.

Svi podaci, koji su primiteljni na Android uređaju, prikazani su na samom interfejsu aplikacije a mogu biti prosleđeni na bilo koji savremeni uređaj (Telefon, Smart TV, Kompjuter,...) [12] koristeći WiFi konekciju.

Android aplikacija sa udaljenim kompjuterom komunicira preko WiFi konekcije, koja koristi TCP/IP protokol 802.11 ili korišćenjem mobilne Internet mreže. U aplikaciji se aktivira osluškivanje ka Internet konekciji preko ugrađenog dugmeta što aktivira kôd koji svake sekunde očitava informaciju sa udaljenog PHP servera. U trenutku očitavanja te informacije, ona se prepoznaje i šalje preko Bluetooth konekcije vozilu, na prethodno opisani način.

Na strani PHP servera se nalazi Web aplikacija koja pruža identične funkcionalnosti kao i Android aplikacija kao i praćenje video signala koji šalje IP kamera [13] telefona montiranog na vozilo, u realnom vremenu. Dodatak praćenja slike u realnom vremenu sa vozila omogućava udaljenu kontrolu sa bilo kog kraja sveta, kao i kontrolu onda kada se vozilo šalje na nepristupačno mesto.

## ANDROID I PHP APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE

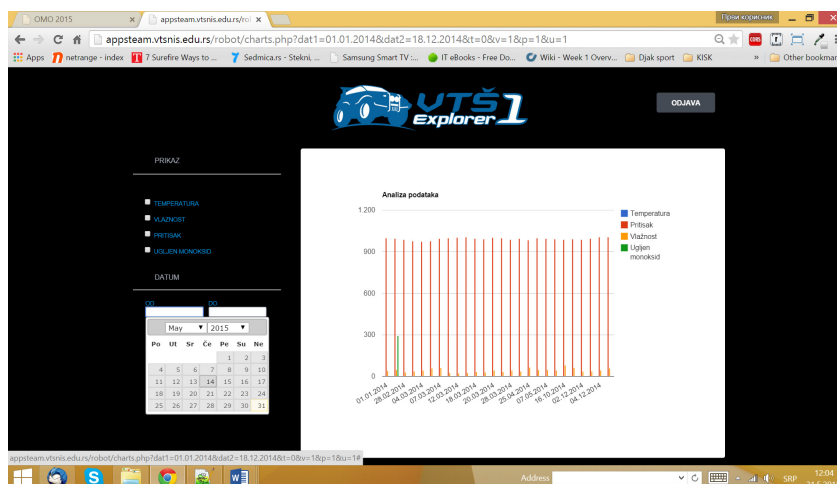
Za izradu Android aplikacije korišćeno je ADT Eclipse razvojno okruženje, koje u sebi ima integrisano Android development okruženje. Web aplikacija je razvijena korišćenjem PHP serverskog jezika i MySQL baze podataka.

Korisnički interfejs aplikacije (Slika 7.) podseća na kontrolnu tablu nekog futurističkog vozila, sa implementiranim komandama za kretanje. Sa leve gornje strane prikazane su informacije o datumu i vremenu, temperaturi u Celzijusovim stepenima i vlažnosti vazduha u procentima.

Na sredini se nalazi pokazivač osvetljenja okruženja u kome se vozilo nalazi i razdaljine od prepreke na koju nailazi, izraženo u metrima. Ispod toga, u centralnom delu korisnik može da prati snimak sa IP kamere. U gornjem desnom uglu aplikacije nalazi se štoperica koja se aktivira klikom na to područje i nadmorska visina na kojoj se nalazi vozilo, očitana sa senzora. Oznake D, N i S označavaju tri moda u kojima vozilo može da se nađe: N za stanje mirovanja u kome vozilo aktivira senzore za merenje, D za kretanje unapred manjom brzinom i savladavanje većih uspona i S za kretanje većom brzinom na ravnim deonicama. Klikom na S, relej povezan sa Arduinoom preko opisanog interfejsa drajveru pogonskog motora preusmerava viši napon i time omogućava brže kretanje vozila. Donji desni ugao nam pokazuje nivo ugljen monoksida u okruženju i ikonice na kome ručno možemo uključiti farove montirane sa prednje i zadnje strane vozila. Tako je omogućeno manualno uključivanje svetala. U donjem levom uglu aplikacije se nalazi rezervisano mesto za vrednost atmosferskog pritiska izraženog u hektopaskalima (hPa).



Slika 7. Interfejs Android i PHP aplikacije za kontrolu vozila



Slika 8. Izgled jednog od izveštaja

Komande kretanja su smeštene na sredini leve strane ekrana za biranje smera levo-desno, a na sredini desne strane ekrana za biranje pravca kretanja, napred-nazad. Osim klasičnog kontrolisanja kretanja pomoću strelica, vozilo može da se kontroliše i pomoću akcelerationog senzora ugrađenog u Android uređaj. Na taj način je Android uređaj pretvoren u virtuelni upravljač koji upravlja vozilom jednostavnim naginjanjem u stranu. Kod Web aplikacije smeštene na PHP serveru kontrola vozila je moguća i pomoću tastera sa strelicama na tastaturi računara. U sredini ekrana se projektuje video snimak u realnom vremenu, koji beleži IP infra-crvena kamera montirane na krovu vozila.



Svi izmereni podaci se beleže u MySQL bazi pa se kao takvi mogu koristiti za kreiranje odgovarajućih izveštaja. Odabirom vremenskog perioda može se dobiti grafik koji daje izmerene vrednosti bilo kog senzora u zadatom periodu (Slika 8.)

Android i PHP aplikacija omogućavaju kontrolu vozila (Slika 9.) i statističko praćenje izmerenih podataka. One predstavljaju softverski deo ovog projekta, dok je drugi deo izazova bilo projektovanje i konstrukcija vozila.



*Slika 9. Realizovano vozilo i aplikacija za Android uređaj*

## **ZAKLJUČAK**

Koncept opisan u ovom radu predstavlja celokupno rešenje problema akvizicije podataka vozilom, na nepristupačnim područjima. Srž realizovanog vozila predstavlja Arduino mikrokontroler, dok senzori koji se nalaze na vozilu služe za merenje parametara okoline. Kako bi omogućili kontrolu kretanja vozila i očitavanje izmerenih podataka kreirana je Android aplikacija. Za detekciju rastojanja od prepreke, promenu brzine kretanja i pomoć kod zaobilazanja iste iskorišćen je ultrazvučni senzor rastojanja od prepreke. Ugrađeni svetlosni senzor automatski uključuje farove na vozilu kada uđe u tamno područje.

Takođe, razvijena je PHP Web aplikacija koja omogućava da se upravljanje vozilom preda operateru koji nije na terenu već u svojoj kancelariji kilometrima daleko. IP infracrvena kamera koja je montirana na vozilu šalje serveru video signal koji operator vozila koristi da bi posmatrao teren na kome se vozilo kreće. Izmerene vrednosti se snimaju u MySQL bazu podataka, na osnovu čega se kreiraju izveštaji (grafikoni) se izmerenim vrednostima u odabranom vremenskom periodu. Sve opisane funkcionalnosti su potvrđene eksperimentima u realnim uslovima, a još jedna prednost rešenja prikazanog u ovom radu je njegova modularnost, tj. mogućnost dodavanja novih funkcionalnosti i novih senzora.

U budućem radu na ovom projektu biće izvršena dodatna analiza rešenja, u smislu dometa i brzine odziva, izrada kućišta otpornog na vlagu i visoke temperature i dodatna optimizacija realizovanog rešenja.

## **LITERATURA**

- 1) Wei-Meng-Lee, (2012) Beginning Android 4 Application Development, Wrox
- 2) Baichtal J., (2013) Arduino for Beginners: Essential Skills Every Maker Needs, Amazon
- 3) Williams E. H., Lane D., (2009) Web aplikacije i baze podataka PHP i MySQL, Beograd, Mikro knjiga
- 4) Arduino Mega Board, <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>, maj 2015
- 5) Arduino softver, <http://arduino.cc/en/Main/Software>, maj 2015
- 6) Digitalni displej, <http://www.saperel.com/LCD16x2BL>, maj 2015
- 7) Shay A. W., (2010) Savremene komunikacione tehnologije i mreže, Beograd, Kompjuter biblioteka
- 8) Dokumentacija za senzor rastojanja od prepreke,  
[https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL\\_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit](https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit), maj 2015
- 9) Dokumentacij senzor temperature i vlažnosti vazduha DHT22,  
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>, maj 2015
- 10) Dokumentacija senzor ugljen monoksida MQ7,  
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>, maj 2015
- 11) Dokumentacija senzor atmosferskog pritiska BMP085,  
<https://www.sparkfun.com/products/retired/9694>, maj 2015
- 12) Petrović M., Milojević M., Kosanović M., Stošović S., (2012) "Multiplayer aplikacija za smart TV kontrolisana pokretom ruke", Zbornik radova 5. IEEEESTEC Konferencija, Niš, Srbija, pp. 137-151
- 13) IP kamera, [http://en.wikipedia.org/wiki/IP\\_camera](http://en.wikipedia.org/wiki/IP_camera), maj 2015.
- 14) Fritzing, besplatan program za izradu šema i dijagrama, <http://fritzing.org/download/>, maj 2015.
- 15) Dokumentacija za IC L239D, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293d.pdf>, maj 2015.
- 16) Kontrola servo motora pomoću Arduino mikrokontrolera, <http://arduino.cc/en/Tutorial/Sweep>, maj 2015.