

Android-Arduino Smart Home

Eleonora Milić, Nikola Mitrović, Milena Stanković
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu
Niš, Srbija
eleonora.milic@elfak.rs, nikola.mitrovic@elfak.rs,
milena.stankovic@elfak.ni.ac.rs

Dejan Milenović
Netico GmbH
Kummruetistrasse 103, Switzerland
dejan.milenovic@netico-group.com

Sadržaj - U ovom radu su predstavljena istraživanja u oblasti *physical computing*-a korišćenjem mobilne aplikacije za pristup i kontrolu programabilnih mikrokontrolerskih platformi. Kao rezultat istraživanja predložena su jeftina i jednostavna rešenja za pojedine sisteme kućne automatizacije. Napravljen je osvrt na konkretnu primenu rešenja kroz razvoj prototipa proizvoda, a prikazani su i problemi koji su se javljali u realizaciji. U zaključku su pomenuti pravci daljeg istraživanja i budući trendovi.

Ključne reči-Physical computing; Android; Arduino; Home Automation; Smart Home;

I. UVOD

U zadnjih nekoliko godina mnogi projekti su započinjani ciljano da približe Android [1] drugim platformama. Jedan od njih je i Android@Home, *framework* za razvoj aplikacija koje se odnose na sisteme kućne automatizacije.

Danas po jako povoljnoj ceni obični korisnici mogu doći do mikrokontrolerskih platformi poput Arduino-a, BeagleBone ili Raspberry-ja i uz pomoć sporednih elektronskih komponenti vrlo lako realizovati sisteme koji mogu imati upotrebu i korist u svakodnevnoj primeni. Sve ovo vodi ka velikoj ekspanziji oblasti *Physical Computing*-a, odnosno vrlo lakog spoja hardvera i softvera u svakodnevnoj primeni. Kroz softverske platforme kao što su npr. Android [2] i iOS realizuju se aplikacije i posredstvom komunikacione veze (wireless, bluetooth, ethernet) se vrši prenos podataka u oba smera, ka hardverskim komponentama i obrnuto, od hardvera ka pametnim uređajima.

“Pametna kuća” je koncept modernog domaćinstva i življenja u njemu. Kuća je “pametna” jer se “prilagođava” trenutnoj aktivnosti, raspoloženju, navikama i životnom stilu svakog ukućana, a pritom ostvaruje energetske uštede. Prepoznatljivi komercijalni nazivi su: SMART HOME, SMART HOUSE, INTELLIGENT HOME, HOME AUTOMATION, HOME CONTROL, POWER HOUSE, DOMOTICO, itd. Smisao ovog naprednog tehnološkog rešenja je povećanje kvaliteta stanovanja. Jedini problem je veoma visoka cena takvih sistema, koju ne može svako da priušti. Google-ova ideja je da u budućnosti Android platforma postane osnovni standard u projektovanju sistema

“pametnih kuća”, i da ceo concept postane dostupan i onima sa malom platežnom moći. U korist tome govori činjenica da je Google objavio protokole za Android@Home sredinom 2012. godine [3].

Tema ovog rada bila je procena da li su Android i Arduino odgovarajuće platforme za kreiranje sistema pametnih kuća. Iz tog razloga zadatak je konstruisanje i programiranje jednog segmenta sistema kućne automatizacije, koji bi bio mnogo jeftiniji od većine rešenja na tržištu. Tačnije, integrisanjem Android i Arduino platformi kreirana je Android aplikacija koja kontroliše osvetljenje i meri temperaturu u prostoriji.

U nastavku sledi opis i pregled rešenja realizovanog uz pomoć Arduino mikrokontrolera kao centralne komponente sistema kućne automatizacije.

II. PREDLOŽENO REŠENJE

Proučavanjem principa, tehnologija i standarda koji se koriste u implementaciji pametnih kuća posebna pažnja posvećena je korišćenju mobilnih aplikacija za pristup i kontrolu programabilnih mikrokontrolerskih platformi za upravljanje kućnom automatikom. U praktičnom radu implementirana je mobilna Android aplikacija za kontrolu temperature i osvetljenja u kući korišćenjem otvorene mikrokontrolerske platforme Arduino i odgovarajućih mikroelektronskih komponenti [4].

Arduino je hardverski i softverski otvorena (*open source*) prototip platforma namenjena kontroli i upravljanju pomoću mikrokontrolera, dok Android ima veliku bazu softverskih inženjera i nameće se kao najjednostavnije rešenje za izradu uređaja sa ekranima koji su osetljivi na dodir. Kontrolu, čitanje vrednosti sa senzora i upravljanje osvetljenjem obavljao je mikrokontroler sa Arduino ploče, koja bi preko Interneta komunicirala sa Android aplikacijom, dok se preko ekrana osetljivog na dodir omogućio grafički interfejs za komunikaciju sa mikrokontrolerom [5] [6].

Pomoću mrežne komunikacije Android aplikacija šalje zahteve Arduino mikrokontroleru, vezane za kontrolu osvetljenja i očitavanje temperature. Mikrokontroler poseduje 3 “receptora” koji reaguju na događaje iz spoljašnje sredine. Prvi je fotočelija, pomoću koje se detektuje nivo osvetljenosti

u prostoriji i na osnovu toga (automatizovanim putem) kontroliše osvetljenje u kući. Zatim, tu je i temperaturni senzor, koji očitava temperaturu i šalje podatke o tome Arduino-u, kako bi korisnik bivao obavešten o tome preko Android uređaja. Na kraju, tu je mikrofoni, koji reaguje na pljesak rukama i tako signalizira Arduino-u da upali ili ugasi svetlo. Pored toga moguće je i podešavanje tajmera za kontrolu osvetljenja. Na korisnikov zahtev za promenu osvetljenja poslat putem aplikacije mikrokontroler reaguje, i pomoću elektronskih komponenti interaguje sa spoljnim svetom, paleći i gaseći svetlo.

III. PRILAGOĐAVANJE REŠENJA KONKRETNIM POTREBAMA

Da bi cela komunikacija, transfer informacija i reagovanje sistema bilo moguće neophodne su komponente koje čine tehnologiju sistema kućne automatizacije. U osnovi, te komponente dele se na:

- Sensore: služe za nadgledanje i prosleđivanje poruka u slučaju promene stanja.
- Aktuatore: koriste se za izvođenje fizičkih akcija.
- Kontrolere: za pravljenje izbora na osnovu unapred programiranih pravila i dešavanja.
- Centralne jedinice: omogućava programiranje jedinica u sistemu.
- Mreže: dozvoljavaju komunikaciju između jedinica i okoline.
- Interfejs: za komunikaciju korisnika i sistema.

Zadatak "Pametne kuće" bio je kontrola osvetljenja i nadgledanje temperature u prostoriji. Za tako nešto bila je neophodna klijent-server arhitektura. Klijent, u našem slučaju Android aplikacija, na zahtev koji upućuje serveru, Arduino mikrokontroleru, realizuje željene akcije. Komunikacija između klijenta i servera odvija se putem Internet konekcije, tačnije TCP protokola. Korišćenjem soketa moguće je obezbediti dvosmerne komunikacione kanale između Arduino-a i Android uređaja. Arduino serverska aplikacija osluškuje dolazne konekcije na unapred zadatom portu i povezuje se sa Android uređajem. Kada obradi dobijene zahteve vraća odgovor Android uređaju i zatvara konekciju [7].

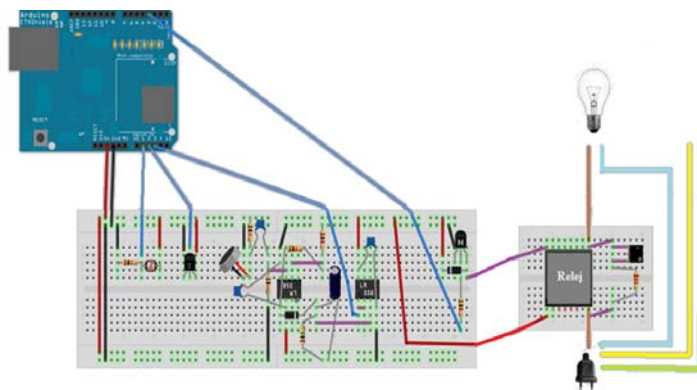
Sistem je projektovan tako da zadovoljava sledeće zahteve:

- Pogled na trenutno stanje svetla
- Monitoring temperature
- Paljenje i gašenje svetla
- Podešavanje automatskog upravljanja osvetljenjem (na osnovu intenziteta svetlosti u prostoriji)
- Podešavanje tajmera za paljenje i gašenje svetla
- Podešavanje mogućnosti upravljanja osvetljenjem pljeskom rukama
- Pogled na sva korisnikova podešavanja
- Sinhronizacija stanja

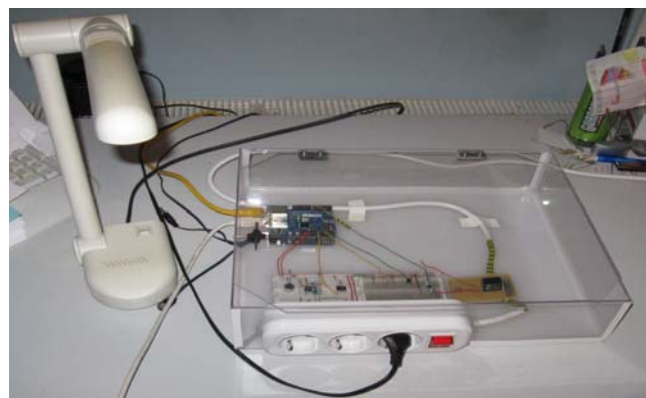
Serverska aplikacija predstavlja spregu hardvera i upravljačkog softvera. Hardverski deo je Arduino *Uno* mikrokontroler sa *Ethernet shield*-om, povezan sa senzorima i aktuatorima koji su zaduženi za komunikaciju sa spoljnim svetom. Upravljačkim softverom programira se čip na mikrokontroleru, tako da komunicira sa spoljnim svetom i klijentom [8].

Da bi bila moguća realizacija ovog rada bilo je neophodno korišćenje tri senzora. To su: senzor za svetlost, senzor za temperaturu i senzor za detektovanje zvuka. Da bi oni mogli biti povezani sa mikrokontrolerom potrebne su još neke elektronske komponente.

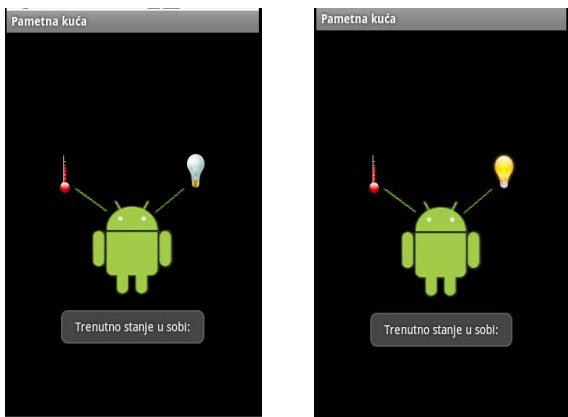
Moglo bi se reći da se ovaj sistem može podeliti na četiri celine. U prvoj celini vrši se obrada vrednosti dobijene sa svetlosnog senzora. Druga celina zadužena za merenje temperature. U trećoj se vrši prijem i obrada zvučnog signala, dok je četvrta celina zadužena za paljenje i gašenje svetla. U nastavku prikazana je kompletna slika za povezivanje Arduino ploče, senzora i aktuatora.



Slika 1. Prikaz mikrokontrolera, senzora i aktuatora



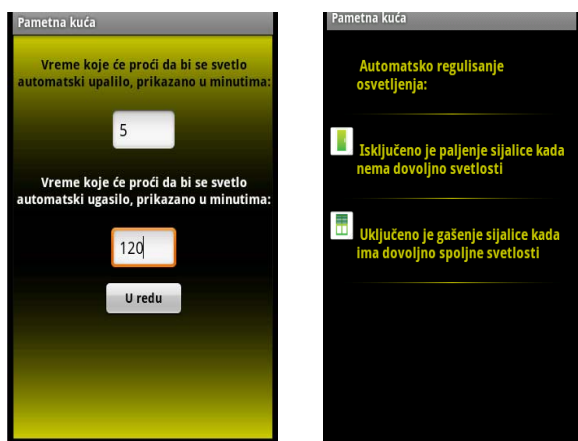
Slika 2. Implementiran sistem



Slika 3. Izgled Android aplikacije 1



Slika 4. Izgled Android aplikacije 2



Slika 5. Izgled Android aplikacije 3

IV. POTEŠKOĆE U REALIZACIJI

Šta kada uređaju nije lako pristupiti ili kad on radi dugo vremena bez ljudskog nadzora? Ne bismo želeli da se recimo naš sistem za osvetljenje ili navodnjavanje bašte pokvari drugi

dan nakon našeg odlaska od kuće. Prilikom projektovanja softvera koji se izvršava na mikrokontroleru neophodno je znati koje stvari mogu da krenu naopako zato što sistem može da se „zaglavi“ iz mnogo razloga. Najjednostavnija je logička greška koja rezultuje izvršavanjem beskonačne petlje. Druga mogućnost je da neuobičajen broj *interrupt*-a stigne za vreme jednog prolaska kroz petlju. Bilo koje dodatno vreme provedeno u ISRu (*Interrupt Service Routine*) je vreme za koje se ne izvršava glavna petlja. Ako su takve greške privremene, sistem može da radi savršeno tokom nekog vremenskog perioda nakon svakog reseta koje će izazvati *watchdog* timer, kao mehanizam zaštite od problema ovakvog tipa koji se javljaju u realizaciji.

Pošto se Arduino povezuje sa mrežnim naponom moramo biti veoma oprezni, jer svaki napon iznad 40V za nas može imati fatalne posledice ako dođemo u direktan dodir sa njim. Problem koji se javlja vezan je za nestabilnost mrežnog napona. Da bi se omogućila kontrola sijalice neophodno je fazu sa produžnog kabla spojiti sa odgovarajućim pinovima releja. Omogućeno je da kada mikrokontroler na izlazu šalje 0V (*LOW*) prekidač je otvoren i nema uspostavljanja toka struje kroz fazu, pa je samim tim sijalica ugašena. U suprotnom, kada Arduino šalje 5V (*HIGH*) prekidač se zatvara i sijalica se pali. Film kondenzator specijalizovan za upotrebljavanje sa naizmničnom strujom i otpornik koji su povezani sa fazom koriste se radi sniženja i stabilizacije napona – „kapacitivno napajanje“, obzirom da se radi sa mrežnim naponom.

Jedna celina ovog sistema obuhvata prijem i obradu zvuka, tačnije kontrolu svetla tapšanjem rukama. Za tako nešto neophodan je mikrofoni. Međutim, za detektovanje zvuka pomoću mikrokontrolera nije bio dovoljan samo mikrofoni. Obzirom da mikrofoni korišćen u radu audio pikove detektuje kao promene napona u mV, nakon prolaska signala kroz filter niskih frekvencija (zbog šumova koje „upija“ iz okoline) neophodno je pojačati ga radi dalje obrade i detektovanja od strane mikrokontrolera (u ovom slučaju pojačanje je bilo 11 puta). Pored filtera niskih frekvencija za analizu zvuka bilo je neophodno korišćenje i filter kondenzatora, pozicioniranog između napajanja i operacionog pojačavača (koristi se da bi "upio" sve šumove koji su rezultat nestabilnosti napajanja). Nakon prolaska audio signala kroz pojačivač neophodan je pik detektor i nakon toga signal može da se procesuirati.

V. ZAKLJUČAK

Kao što se videlo u radu moguće je kontrolisati osvetljenje putem Android uređaja i razvijene mobilne aplikacije, i podešavati razne scenarije. Scenariji dozvoljavaju aktiviranje tajmera i paljenje ili gašenje svetla kada pada mrak ili sviće. Pravci daljeg istraživanja mogu biti smanjenje intenziteta svetla kada gledamo neki romantični film ili paljenje nekih svetala dok se druga gase posredstvom senzora kretanja. Pored toga, akcenat se može staviti i na upravljanje drugim kućnim

uređajima kao što su bojler i kafemat. Na isti način može da se upravlja i otvaranjem i zatvaranjem vrata, a i kućnim nadzorom.

Pošto sve to mora da se razvije tu u igru ulazi Google. Korisnici mahom ne vode računa o uštedi energije, pa im kućna automatizacija može obavljati skoro sav posao. U korist Google-a je njegovo ime, pa tako i puno proizvođača Android uređaja, što značajno povećava šansu Android-u da opstane na tržištu *Home Automation* sistema. Takođe, izgrađivanjem *open-source* platforme Google ima punu podršku softverskih inženjera. Android olakšava pisanje aplikacija iz razoga što Java pruža čitav set biblioteka i već gotovih primera. Naravno, moguće je koristiti Java-u i na drugim *embedded* Linux platformama, ali tamo nećemo naći tako bogat set korisničkih *API*-ja za mrežnu komunikaciju, UI, Bluetooth, OpenGL itd. Veruje se da će Android sa svojim predispozicijama uskoro dominirati u svetu kućne automatizacije.

Arduino je takođe *open-source*, što znači da se stalno razvija i da ga prati dosta tehničke dokumentacije. Pored dokumentacije, Arduino je tema mnogih diskusija na forumima, a postoji i dosta tutorijala koji u detalje objašnjavaju njegovu upotrebu. Ima analogne i digitalne ulaze, a i ugrađenu *USB* vezu za programiranje. Idealan je za početak rada sa mikrokontrolerima kao i za složene projekte. Za većinu ljudi možda i najbitnija prednost je cena Arduino-a. Iako je jeftin veoma je pouzdan i daje dobre performanse. Velika ponuda senzora kojima Arduino ostvaruje komunikaciju sa spoljnim svetom dozvoljava nam da damo mašti na volju i realizujemo skoro sve što nam padne na pamet.

LITERATURA

- [1] Android – definicija i opšte karakteristike – decembar 2012. godine <http://www.android.com/about/>
- [2] Android SDK , januar 2013. godine
- [3] Rosslin John Robles, Tai-hoon Kim, *Applications, Systems and Methods in Smart Home Tecnology: A Review*, 2010, International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 15
- [4] *What is Android*, 2010. Pristupljeno decembra 2011., <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>
- [5] *What is Arduino*, 2009. Pristupljeno decembra 2011. <http://arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [6] Arduino Uno Mikrokontroler, januar 2013 <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>
- [7] Michael McRoberts, *Begining Arduino*, Apress, 2010, United States of America
- [8] Maik Schmidt, *Arduino-A Quick-Start Guide*, 2011, United States of America

ABSTRACT

Smart Home automation system integrates electrical devices in a house with each other and operating unit. Physical computing means building interactive physical systems by the use of software and hardware that can sense and respond to the analog world. The techniques employed in home automation include those in building automation as well as the control of domestic activities, such as home entertainment systems, houseplant, etc. This paper presents researches in the area of Physical computing. As a result of this research we have proposed solutions for Smart Home system controlled by Arduino microcontroller and Android platform.

ANDROID-ARDUINO SMART HOME

Eleonora Milić, Nikola Mitrović, Dejan Milenović, Milena Stanković