

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Dimnik, J., 2016. Uporaba interneta stvari pri upravljanju s svetlobo v prostoru. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Stankovski, V.): 21 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5991/>

Datum arhiviranja: 12-10-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Dimnik, J., 2016. Uporaba interneta stvari pri upravljanju s svetlobo v prostoru. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Stankovski, V.): 21 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5991/>

Archiving Date: 12-10-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

JAKA DIMNIK

**UPORABA INTERNETA STVARI PRI UPRAVLJANJU S
SVETLOBO V PROSTORU**

Diplomska naloga št.: 253/B-GR

**LIVING SPACE ILLUMINATION USING THE
INTERNET OF THINGS**

Graduation thesis No.: 253/B-GR

Mentor:

izr. prof. dr. Vlado Stankovski

Ljubljana, 15. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani/-a študent/-ka Jaka Dimnik, vpisna številka 26108509, avtor/-ica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Uporaba interneta stvari pri upravljanju s svetlobo v prostoru.

IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;

b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V/Na: Ljubljani

Datum: 12. 9. 2016

Podpis študenta/-ke:

Jaka Dimnik

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si ogledali:

Mentor:izr. prof. dr. Vlado Stankovski

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.738.5(043.2)
Avtor:	Jaka Dimnik
Mentor:	izr. prof. dr. Vlado Stankovski
Naslov:	Uporaba interneta stvari pri upravljanju s svetlobo v prostoru
Tip dokumenta:	diplomsko delo – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	21 str., 1 graf., 11 sl., 3 pril.
Ključne besede:	Internet stvari, računalništvo v oblaku, življenjsko ugodje

Izvleček

V tem delu obravnavamo tehnologije Interneta stvari (angl. Internet of Things) in računalništva v oblaku (angl. Cloud computing), ki lahko predstavljajo osnovo za izdelavo novih storitev in produktov na področjih stavbarstva in tudi gradbeništva na splošno. Ena od mnogih možnosti je, da bi te tehnologije uporabili za izboljšanje bivalnega ugodja, kar je eden od pomembnih ciljev pri stavbarskem načrtovanju. V diplomski nalogi smo predstavili primer avtomatizacije upravljanja s svetlobo v prostoru. V konkretnem primeru gre za dejansko uporabo tehnologij Interneta stvari, kot so senzorji svetlobe in komunikacija preko protokola 6LoWPAN. V prvem delu naloge smo opisali teoretično ozadje, načela razvoja in delovanja aplikacij, ki temeljijo na teh tehnologijah. Opisana je tudi hierarhija sestave Interneta stvari, ki ji sledi opis razlik, pomankljivosti in prednosti Interneta stvari, kot tudi primeri praktičnih aplikacij, ki se v sedanosti že pojavljajo v svetu. V praktičnem delu naloge podrobno opisujemo dejansko situacijo enosobnega stanovanja, za katerega je potrebno rešiti problem upravljanja s svetlobo. Pri tem konkretnem primeru bi nam Internet stvari omogočil samodejno spremljanje osvetlitve prostora, na podlagi česar uravnavamo nivo intenzitete svetilnosti luči. Pripravili smo praktični primer uporabe Interneta stvari s senzorjem svetlobe in premikanja, ki komunicirata z ostalimi napravami, v našem primeru z lučjo, kar upravljamo preko aplikacije. V zadnjem delu je predstavljen postopek izdelave z vsemi potrebnimi materiali in veščinami, ki jih potrebujemo, če želimo sami izdelati podobno aplikacijo. V diskusiji in zaključkih obravnavamo prednosti in slabosti pristopa ter možnosti, ki se odpirajo na različnih področjih stavbarstva in gradbeništva.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 004.738.5.(043.2)
Author: Jaka Dimnik
Supervisor: assoc. prof. Vlado Stankovski, Ph. D.
Title: Living space illumination using the Internet of Things
Document type: Graduation thesis – University studies
Scope and tools: 21 p., 1 gr., 11 fig., 3 ann.
Key words: Internet of Things, cloud computing, living space commodity

Abstract

The thesis focuses on a set of new technologies called the Internet of Things and cloud computing, which have emerged in order to ease human activity and bring smartness and new business models to our everyday lives. These technologies could and will have impact in all domains including civil engineering. In order to investigate their applicability, we developed an automated lamp system for the work space. In the first part of the thesis, we introduce the key concepts of the Internet of Things, focusing mainly on theoretical background and the variety of existing application domains. As it can be seen, a new category of applications and innovative usage of networks and infrastructures should be expected in very near future. We describe main differences between the Internet as we know it today and the Internet of Things, its shortcomings and advantages in variety of application domains as well as new business models, which are evolving to meet the market demands. Our goal was to design a practical solution for improvement of the living ecosystem by incorporating the existing technology into our daily living space – an example of a one-bedroom apartment for two persons. The final product is a light sensor, which is connected to the electric grid and controls the illumination in the living room, as instructed by the user. We finish by expanding our knowledge and bring into light the possible applications for continued improvement of the human race. The thesis is complete with a list of components needed if anyone wants to try this at home.

ZAHVALA

Zahvaljujem se staršem za podporo pri izvajanju šolskih in ostalih aktivnosti v življenju ter prijateljem, brez katerih ta dokument nikoli ne bi nastal. Zahvaljujem se tudi svoji partnerici Gali, ki mi je z mnogo podpore in sprejemanja omogočila, da sem danes tu.

Zahvaljujem se mentorju dr. Vladu Stankovskemu za idejo, vodstvo, podporo ter potrpljenje pri izdelavi diplomske naloge ter njegovemu pomočniku in nekdanjemu sošolcu, Matevžu Breški univ. dipl. ing. gr., ki mi je bil vedno na voljo za pomoč.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA	I
IZJAVA O AVTORSTVU.....	II
IZJAVE O PREGLEDU NALOGE.....	III
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	IV
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	V
ZAHVALA.....	VI
KAZALO VSEBINE.....	VII
KAZALO GRAFIKONOV.....	IX
KAZALO SLIK.....	X
1 UVOD	1
1.1 Namen diplomske naloge	2
2 PREDSTAVITEV INTERNETA STVARI.....	3
2.1 Kaj je Internet stvari.....	3
2.2 Razlika med internetom in Internetom stvari	4
2.2.1 Preprostost kot način varovanja	6
2.2.2 Procesorska moč priključenih naprav.....	6
2.2.3 Vpeljava CHIRP	6
2.2.4 Smer prenosa podatkov	7
2.3 Prednosti Interneta stvari.....	7
2.3.1 Naprave vedno delujejo.....	7
2.3.2 Dostop do obdelanih podatkov.....	8
2.3.3 Hitra namestitvev	8
2.3.4 Vključitev v obstoječi sistem	8
2.3.5 Novi poslovni modeli	8
2.4 Pomankljivosti Interneta stvari.....	8
2.4.1 Varnost in zasebnost podatkov.....	9
2.4.2 Dejansko zmanjšanje stroškov	9
2.4.3 Odvisnost od elektrike.....	9
3 UPORABA INTERNETA STVARI V GRADBENIŠTVU	10
3.1 Primer uporabe v praksi – upravljanje s svetlobo v enosobnem stanovanju	11
3.2 Potrebni pripomočki	12
3.3 Izzivi.....	12
3.4 Vizija.....	12
4 IZDELAVA PRAKTIČNEGA PRIMERA.....	13
4.1 Seznam potrebne opreme	13

4.2 Postopek izdelave	13
5 DISKUSIJA.....	18
6 ZAKLJUČEK	19
VIRI	20

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Število naprav povezanih v Internet Stvari.....	1
---	---

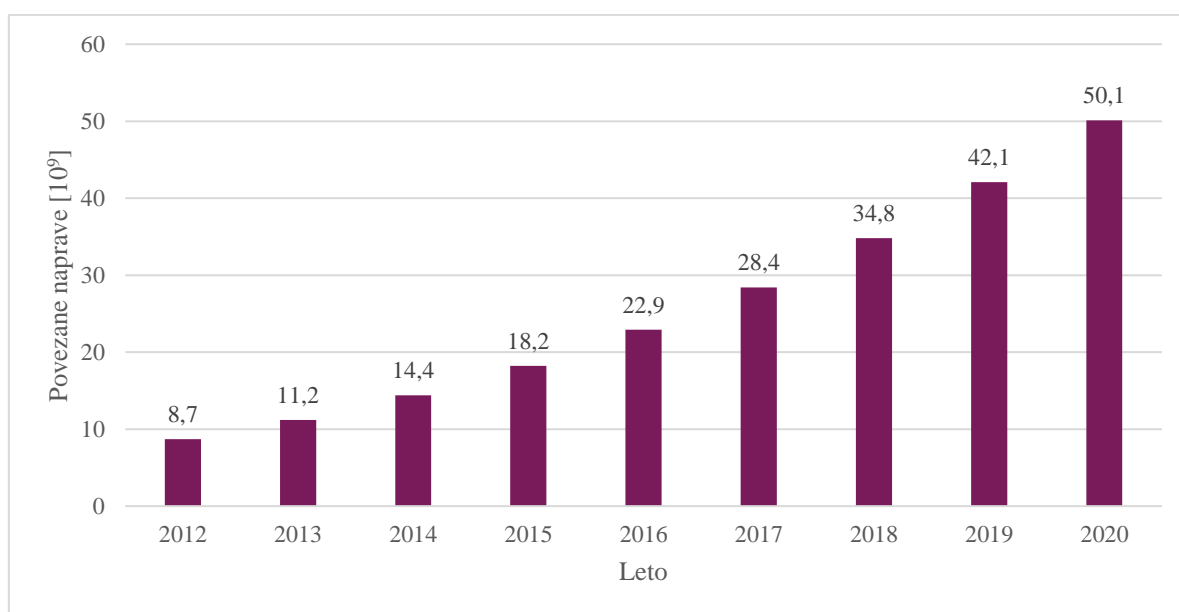
KAZALO SLIK

Slika 1: Primerjava velikosti IPv4 in IPv6 naslovov.....	5
Slika 2: Hierarhična ureditev Interneta Stvari	5
Slika 3: Prikaz Chirp majhnega paketa podatkov.....	7
Slika 4: Tloris stanovanja	11
Slika 5: Konfiguracija programa PuTTY	14
Slika 6: Imena vtičev na vezju Raspberry	15
Slika 7: Povezava Raspberry Pi s testnim vezjem in senzorjem za svetlobo	15
Slika 8: Priklop LED lučke.....	16
Slika 10: Sestava PIR senzorja	17
Slika 9: Končna shema vezja	17
Slika 11: Fotografija končnega izdelka z vsemi senzorji.	17

1 UVOD

V zadnjih letih opazamo bliskovit porast števila naprav, ki jih lahko upravljamo bodisi brezžično ali na drugačen način [1]. Skupek tehnologij, ki podpira delovanje teh naprav, imenujemo Internet stvari (angl. Internet of Things) in računalništvo v oblaku (angl. Cloud computing). Za pričakovati je, da bo uporaba teh tehnologij odprla povsem nove možnosti za aplikacije, storitve in produkte na področju gradbeništva. Predvsem se odpirajo možnosti tako imenovane pametne specializacije [2] – IQ Dom je primer projekta, ki ga od avgusta 2016 dalje koordinira vodilno Slovensko podjetje Gorenje in pri katerem sodeluje tudi Katedra za gradbeno informatiko na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani. Prvo študijo na tej Katedri v zvezi s pametnim domom so izvedli že leta 2006 [3].

Ker gre za novo nastajajoče tehnologije, jih moramo bodoči inženirji gradbeništva čim bolj spoznati in se jih naučiti uporabljati na čim bolj inovativne načine. Verjamemo, da Internet stvari in tehnologija računalništva v oblaku s seboj prinašata velik tržni potencial, ki bi ga lahko izkoristili. V diplomskem delu opisujemo tehnologije, ki so zlasti pomembne pri Internetu stvari, njegove prednosti in pomanjkljivosti. Da bi te tehnologije bolje spoznali, smo se lotili tudi praktične implementacije in preverili možnosti za uporabo na praktičnem primeru upravljanja s svetlobo v prostoru. Pregledali in analizirali smo možnosti uporabe teh novih tehnologij tudi na drugih področjih gradbeništva. Pri našem delu nam je kot teoretična osnova služila knjiga »Rethinking the Internet of Things« avtorja Francisa daCosta [4], ki trenutno dela na razvoju Interneta stvari. Uporabil sem tudi del publikacij vodilnega inštituta Massachusetts Institute of Technology z naslovom »The Internet of Things« avtorja Samuela Greengarda [5].



Grafikon 1: Število naprav povezanih v Internet Stvari

V zadnjih letih različna podjetja, kot sta Projekt GT in Gorenje, po celem svetu razvijajo koncept in tehnologije Interneta stvari z namenom, da bi ljudem izboljšale kakovost bivanja in dela ter zmanjšale stroške ter škodljive vplive na ljudi, živali in okolje. Primer take aplikacije je naprava, ki samodejno opravlja določene funkcije, s katerimi vsak dan porabljamo čas (zalivanje rož, upravljanje s pralnim oziroma sušilnim strojem, pomivanje posode, pospravljanje stanovanja in tako dalje). Recimo, da imamo v stanovanju v zimskih mesecih postavljeno infrastrukturo za gojenje rož pod lučmi v zaprtem prostoru. Navadno bi morali vsak dan preveriti, kaj se dogaja z rastlinami, jih po potrebi zaliti, paziti na to, da ima roža zadosti ampak ne preveč svetlobe, ter skrbeti za zračenje. S pomočjo Interneta stvari, torej z vpeljavo avtomatizacije in ustreznih senzorjev, s katerimi merimo vlažnost, nivo zasičenosti zemlje in temperaturo ter svetlobo, vse skupaj povežemo v zaključen sistem, ki ga nadzorujemo od zunaj preko uporabniškega vmesnika. Tako odpravimo potrebo po rutinskem preverjanju stanja in izboljšamo kakovost bivanja, kar nam da več časa za kreativno izrabo prostega časa.

V gradbeništvu pa lahko primere te prakse opazimo pri prehodih za pešce, kjer senzor zazna njihovo premikanje in sporoči sistemu, naj prižge utripajoče luči, ki označujejo prehod [6], ali recimo pri dviznih stebričkih, ki se samodejno spustijo, ko do njih pride vozilo s posebnimi potrebami, na primer policijsko [7], prav tako obstaja v vasi Šmarje - Sap »pametni« semafor, ki ima vedno prižgano rdečo luč, če se mu pa približamo z ustrezno hitrostjo, spremeni barvo v zeleno in s tem omogoči ukrep umirjanja prometa v naselju [8].

1.1 Namen diplomske naloge

Predstaviti želimo koncept, tehnologije in trende razvoja Interneta stvari ter izzive in priložnosti, s katerimi se srečujemo na različnih področjih. Bolj konkretno želimo predstaviti možnosti uporabe Interneta stvari na področju gradbeništva. Naš cilj je razviti praktičen primer uporabe Interneta Stvari v bivalnem prostoru, kar bomo pokazali na primeru, kjer bomo izdelali sistem za upravljanje s svetlobo v prostoru z uporabo vezja Raspberry Pi in ustreznih senzorjev. Radi bi tudi izboljšali svoje znanje o dejanski postavitvi v prostor in problemih, s katerimi se srečujemo pri uporabi teh novih tehnologij.

2 PREDSTAVITEV INTERNETA STVARI

Kot opazovalci opažamo vedno večje število omreženih naprav, prav tako je pomemben faktor prihoda večnamenskih telefonov, ki imajo vgrajene senzorje (na primer GPS sprejemnik, merilnik pospeška, osvetlitve, temperature, merilnik radijskih signalov), ki s tem lahko spremljajo navade uporabnikov. Ena največjih prednosti Interneta stvari je obsežnost, saj je število naprav že preseglo število ljudi na Zemlji, njihovo število pa še narašča. Ocenjeno število preprostih povezanih naprav v Internetu stvari v letu 2016 je $2 * 10^{10}$, naprav v tradicionalnem medmrežju je okoli $3 * 10^9$. Do leta 2020 pričakujejo 50 milijard različnih naprav z dostopom na splet [9]. Ne glede na točnost napovedi nam je že takoj jasno:

- da trenutni standardni protokol IPv4 ne more zadostiti potrebam po priključitvi tolikšnega števila naprav,
- da bodo v kratkem na splet povezane tudi naprave, za katere si to sploh ne predstavljamo,
- da bo velikost prometa informacij med napravami (angl. Machine to Machine, M2M) presegel obseg komunikacij med ljudmi (angl. Human to Human, H2H) ter med napravami in ljudmi (angl. Machine to Human, M2H).

Strojno opremo bomo torej morali prilagoditi, da se bo zmožna prilagajati zahtevam področja uporabe Interneta stvari in konkretnim aplikacijam.

Dočim IPv6 standard zagotovi zadostno število IP naslovov za vse te naprave (2^{128} oziroma $3,4 * 10^{38}$), so preproste naprave Interneta stvari prešibke, saj nimajo procesorja, spomina in pasovne širine za poganjanje potrebnih procesov za delovanje napihnjenega protokola IP. Zaradi omejevanja stroškov nočemo napravam na robu Interneta stvari dodajati nepotrebnih dodatkov, kot je operacijski sistem za komunikacijo po tem standardu, prav tako nam dodajanje kompleksne programske opreme škodi pri zagotavljanju varnosti v celem sistemu povezanih naprav, saj bi bilo potrebno opremiti vsak senzor oziroma napravo na robu Interneta stvari z uporabniškim sistemom, kar je neekonomično. Tradicionalna varnost deluje na principu zaščitnega zidu okoli vseh ogroženih naprav, vendar se območje naprav na robu vsak dan povečuje, zato bi morali vsako napravo na robu Interneta Stvari drago opremiti [10].

2.1 Kaj je Internet stvari

Ideja o razvoju novega standarda povezovanja preprostih naprav (senzorjev itd.) se je pojavila kot alternativa standardu IPv4, ki temelji na tehnologiji iz leta 1970, in je neprimerna za naprave, katerih glavna naloga je zelo preprosta in temelji na izmenjavi oziroma pošiljanju minimalne velikosti podatkov (nekaj bitov) ob določeni uri ali dogodku, s tem da ni pomembno, ali se kakšen paket

podatkov izgubi, saj en sam podatek ne nosi nobene uporabne vrednosti. Pravo sliko nam da množica podatkov zbranih čez daljše časovno obdobje. Za razliko od uveljavljenega interneta, kjer je večina komunikacije »človek naprava«, je pri teh napravah informacija skoraj izključno enosmerna (senzor – strežnik). Ta pojem bomo imenovali Internet stvari. Pri razvoju te nove infrastrukture so se razvijalci dogovorili za sledeče cilje:

- Internet stvari naj bo čim manj omejujoč in pusti odprto okno ostalim, ki želijo inovirati.
- Sistem naj bo narejen z napakami v mislih – cilj jih ni odpraviti, ampak jih sprejeti in nadaljevati.
- Sistem naj bo kompleksen samo tam, kjer je to nujno – na kontrolnih točkah in vozliščih naprav-
- Bistvo je obdelava podatkov v realnem času in njihova interpretacija, nič zamudnih operacij, na primer sinhronizacija s strežnikom.

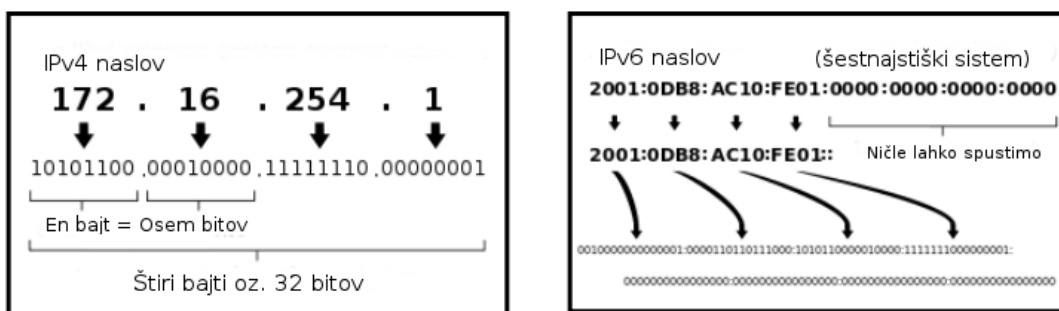
Tak pristop lahko opazimo v naravi, saj je to edino okolje, ki se lahko primerja z velikostjo Interneta stvari. Tam velike skupine organizmov bivajo skupaj kot populacija (ena vrsta) ali ekosistem (več vrst). Vonj, zvok, vid, čut in okus so vse neke vrste senzorji, ki jih posamezna vrsta uporablja in interpretira. Kot primer lahko uporabimo večerni travnik, kjer ob določenem trenutku slišimo veliko različnih vrst, ki komunicirajo med sabo, vendar ena vrsta sliši samo pripadnike svoje vrste. Seveda takšne vrste komunikacija ni centralno nadzorovana, prav tako ni zapletenih vmesnih korakov in pravil, kako naj se vsak signal obnaša. Signal mora biti zato lahek in majhen. Tudi navidezno kaotične kolonije mravelj in čebel so sestavljene iz posameznikov, ki se odločajo individualno. V naravi je veliko vrst omejenih s »procesorsko močjo« njihovih možganov, vendar se lahko vseeno odločajo na podlagi sprejetih informacij. Pri Internetu Stvari si torej želimo hierarhično strukturo obnašanja, kjer informacije potujejo v vseh smereh in se na njih poljubno naročamo. Od naprav pričakujemo takojšnjo odzivnost brez počasnega nalaganja in zaganjanja.

2.2 Razlika med internetom in Internetom stvari

Med internetom, ki ga uporabljamo vsak dan, in Internetom stvari obstaja nekaj ključnih razlik, ki jih bomo predstavili v naslednjih podpoglavjih:

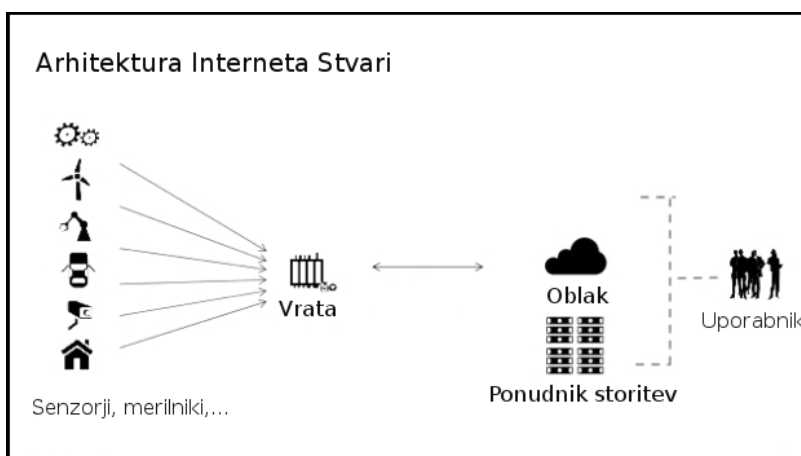
- Varnost.
- Procesorska moč priključenih naprav.
- Protokol izmenjave podatkov.
- Velikost prenešenih podatkov.
- Orientiranost podatkov.

Trenutno stanje interneta je uporabnik – računalnik, kjer v posameznih seansah izmenjamo ogromne količine informacij v kratkem času, pomembna je zanesljivost prenosa podatkov, na primer gledanje videa, brskanje po spletu. Protokol TCP/IP je zasnovan tako, da ob primeru izgubljenega paketa podatkov le-tega ponovno pošlje. Pri preprostih napravah, kjer je glavna vrednost v statistični obdelavi podatkov, tega ne potrebujemo, ker bi s tem nepotrebno zasedali pasovno širino. Pri protokolu IP je velikost pripetega dela pri pošiljanju preko protokola TCP, ki skrbi za varnost, ponovno pošiljanje in zaznavo napak 40 bitov, kar je en velikostni red več kot velikost celega paketa pri Internetu stvari. Internet stvari deluje nasprotno. Informacije so namenjene predvsem ostalim napravam, paketi podatkov so majhni in stalni, izgubljen podatek ne pomeni bistvenega problema (na primer spremljanje temperature in vlage v prostoru). Velikost obveznih pripetih podatkov, ki skrbijo za komunikacijo, je minimalen (angl. Data Overhead).



Slika 1: Primerjava velikosti IPv4 in IPv6 naslovov

Med Internet stvari štejejo tudi naprave, ki zbirajo podatke iz okolja, jih povezujejo in obdelujejo, lahko pa tudi primerjajo podatke iz ostalih podatkovnih baz. Angleški izraz za skupino, ki obsega vse to, je Big Data, pogosto pa ga spremlja tudi računalništvo v oblaku, ki nam prihrani prostor in zagotovi potrebno računsko moč za izvajanje operacij oziroma analize podatkov v obliki različnih aplikacij (Slika 2).



Slika 2: Hierarhična ureditev Interneta Stvari

2.2.1 Preprostost kot način varovanja

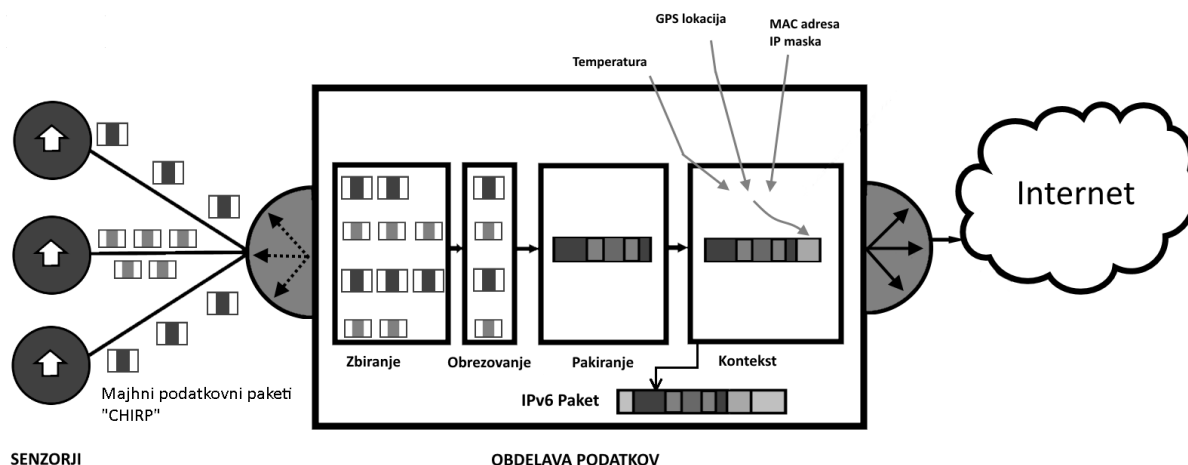
V želji, da povečamo varnost sistema pri tradicionalnem protokolu IP, se je velikost podatkovnega paketa povečala. Pri Internetu stvari pa si želimo čim manjše količine podatkov, zato je treba razmišljati v drugi smeri. Naprave na robu Interneta stvari naj pošiljajo čim bolj preproste podatke, ki so zanimivi samo napravam, ki njihove informacije obdelujejo. Šele ko so podatki obdelani, jih strnemo v en IPv6 paket (slika 3) in pošljemo v standardni internet, kjer veljajo vsi varnostni protokoli. V primeru obdelave podatkov v oblaku komunikacija med računalniki poteka po standardnem protokolu.

2.2.2 Procesorska moč priključenih naprav.

Razlika med trenutnimi napravami, ki izkoriščajo IP protokol (kot na primer tablice, pametni telefoni, računalniki), in napravami na robu Interneta stvari je v fizični sestavi teh naprav. Vse vsebujejo pomnilnik, trdi disk, procesor. Vendar te naprave predstavljajo minimalen delež Interneta stvari, kjer prevladujejo naprave brez sestavnih delov procesorja, pomnilnika in hrambe. Te naprave so načrtovane, da so najcenejše možne za nalogo, ki jo opravljajo. Velik delež jih prodamo tudi v države v razvoju, kjer je cena še večji faktor, zato rabimo nov standard povezljivosti teh naprav, ki bo primeren za današnje razmere na trgu, saj je nepotrebno bremeniti preproste naprave z dodajanjem dragih komponent.

2.2.3 Vpeljava CHIRP

Majhen podatkovni paket, ki ga pošiljajo naprave na robu Interneta stvari, imenujemo angleško *Chirp*. Ta majhen paket je zasnovan tako, da ne nosi nobene kritične informacije, le informacijo o trenutnem stanju naprave, ki ga je oddala (na primer trenutna temperatura). So fundamentalni gradniki Interneta Stvari in ne potrebujejo protokola o ponovnem pošiljanju ali potrdila o prejetju. Mišljeni so samo za prejemnika, ki je naročen na njegovo informacijo. V praksi to deluje tako, da je v majhnem podatkovnem paketu označba, ali gre za privaten ali javen značaj informacije. Tak primer srečamo na primer pri razvijalcih originalne opreme (angl. Original Equipment Manufacturer), kjer lahko poročilo senzorjev originalnega dela prebere le pooblaščen serviser oziroma podjetje, dokler je izdelek v garanciji [11]. Chirp paket je primerjan z IPv6 paketom na sliki 3.



Slika 3: Prikaz Chirp majhnega paketa podatkov

2.2.4 Smer prenosa podatkov

Pri standardnem internetu informacije potujejo do uporabnika, ki pošlje zahtevo po podatku, v Internetu stvari pa preproste naprave vseskozi pošiljajo podatke, nanje se moramo le »naročiti«. Prenos v internetu stvari je torej usmerjen k prejemniku za razliko od standardnega interneta, kjer je smer prenosa podatkov usmerjena na podlagi zahteve po informaciji.

2.3 Prednosti Interneta stvari

Stroški obratovanja brezžičnega omrežja so še vedno dokaj visoki zaradi različnih standardov, kot so TCP/IP in 802.11, ki omogočajo komunikacijo brez napak. Vendar je čar Interneta stvari ravno v napakah. Sistem je samozadosten, nobena informacija ni ključnega pomena, tudi ob daljšem obdobju nedelovanja ne izgubimo bistvene vrednosti, kot bi jo na primer ob neuspešni bančni transakciji preko interneta. Za ta namen uporabljamo komunikacijo po protokolu ZIGBEE ali 6LowPan, ki ponujata prenos majhne količine podatkov z minimalno uporabo energije.

2.3.1 Naprave vedno delujejo

Čar preprostih naprav, kot so senzori, je v tem, da imajo le eno nalogo, in sicer spremljanje dejanskega stanja, ki ga lahko preberemo v vsakem trenutku. Delovati začnejo takoj, ko jim damo energijo, potrebno za delovanje, ni potrebno čakati, da se zažene operacijski sistem, kot smo navajeni iz vsakdanjega življenja.

2.3.2 Dostop do obdelanih podatkov

Opravka imamo s stalnim dotokom podatkom, ki ga sproti obdelujemo in prikazujemo v realnem času. V primeru rabe računalništva v oblaku lahko obdelane podatke prikazujemo kjerkoli in kadarkoli.

2.3.3 Hitra namestitvev

V primeru novogradnje se senzorje umesti kot dodatek k obstoječi konstrukciji in poveže bodisi z žicami ali brezžično. Pri dodajanju že obstoječim konstrukcijam, na primer v stanovanju, kot bomo izvedli v primeru, naprave povežemo brezžično.

2.3.4 Vključitev v obstoječi sistem

Večina domov v modernem svetu, kjer nas uporaba Interneta Stvari predvsem zanima, je danes že opremljenih z brezžično povezavo v internet, zato dodatek novih naprav ne predstavlja bistvenega problema. Pri obstoječih infrastrukturah dodamo naprave pri obnovitvenih delih oziroma po naročilu [13].

2.3.5 Novi poslovni modeli

Na osnovi Interneta Stvari se odpira veliko novih možnosti uporabe za različne namene, razumeti je treba razloge in praktične možnosti uporabe na trgu, te pa narekujejo tehnološke omejitve, ekonomske zmožnosti posameznika ali podjetja ter družbeni, etični in varnostni vidiki [14]. V svetu se dnevno pojavlja čedalje več novih načinov uporabe te tehnologije. Pri tem gre v večini za aplikacije, ki imajo dodano vrednost za uporabnike in niso sporne s pravnega ali moralno etičnega vidika, na primer poročanje o zastojih na avtocestah [15].

2.4 Pomankljivosti Interneta stvari

Internet stvari kot panoga ni brez napak. Kot vedno se najdejo skeptiki, ki dvomijo v uspešnost nove tehnologije, na nas pa je, da jim tehnologijo čim bolj približamo. Vendar Internet stvari ni brez napak, našteje so spodaj:

- skrb za varnost in privatnost podatkov,
- groba ocena dejanskega zmanjšanja (če sploh) stroškov,
- trenutna ureditev se nam zdi »še kar v redu«,
- vpeljava novih sistemov je strošek,
- odvisnost od elektrike.

2.4.1 Varnost in zasebnost podatkov

S tem, ko na medmrežje spustimo vse podatke, ki jih beležimo, oziroma ko so te informacije dostopne javnosti, omogočimo podjetjem ali posameznikom vpogled v njih, kar pomeni, da postanemo tarča oglaševalskih agencij (prilagojene reklame – *angl. Targeted advertisement*) ali zlonamernim dejanjem posameznikov oziroma skupin, ki naše podatke uporabljajo brez vloženih denarnih sredstev.

2.4.2 Dejansko zmanjšanje stroškov

Preden se odločimo za vpeljavo tehnologije Interneta Stvari v naš posel, je treba izvesti analizo zmanjšanja stroškov, kar pomeni dodaten strošek, zaradi katerega se marsikateri vodja navajen stare prakse ne bo odločil za vpeljavo novega načina dela.

2.4.3 Odvisnost od elektrike

Sistemi Interneta Stvari so v osnovi odvisni od nemotenega delovanja spleta, ki ga uporabljamo za komunikacijo z uporabnikom. Prav tako prenehajo delovati, če zmanjka elektrike, za kar je ponekod poskrbljeno s pomožnimi generatorji. Tako uporabnik »pametne hiše«, ki ima nameščen sistem za avtomatsko odpiranje garažnih vrat, v primeru električnega izpada ne bo mogel parkirati svojega avta [16].

3 UPORABA INTERNETA STVARI V GRADBENIŠTVU

Za uspešno delovanje tehnologije Interneta Stvari moramo izpolniti naslednje zahteve:

- ustrezen senzor ali napravo za zaznavanje,
- zbirno točko, ki sprejema podatke iz naprav,
- uporabniški vmesnik oziroma napravo s povezavo v internet.

Aplikacij, ki interaktivno komunicirajo z napravami in stvarmi okoli nas, je danes že ogromno, na primer prikaz zasedenosti parkirišč, informacije o prometu, informacije o prihajajočem avtobusu ali pa spremljanje kakovosti človeka skozi dan, na primer štetje korakov. Nas zanimajo predvsem aplikacije na področju gradbeništva, to so:

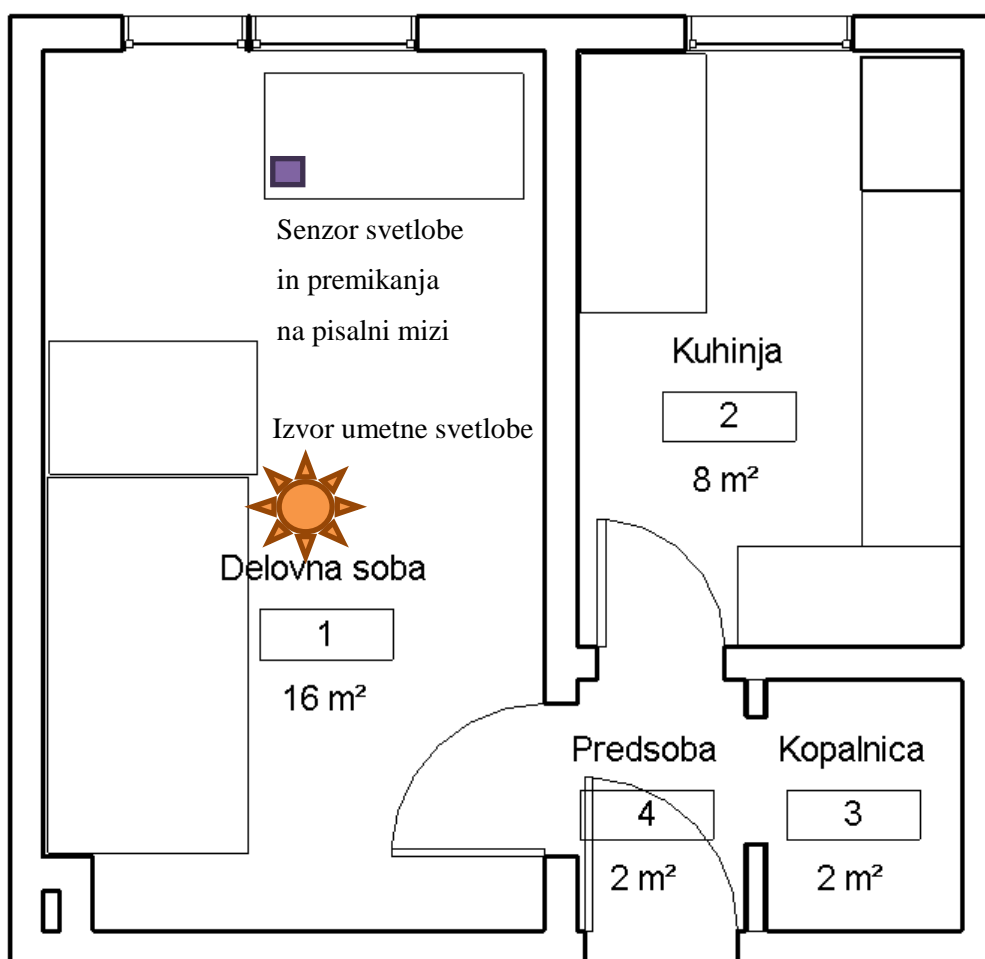
- nadzorni sistemi v avtomobilski industriji, komunikacija med vozili in občestno infrastrukturo;
- podpora pametnim zgradbam (avtomatizacija, samodejno odčitavanje števcov, brezžični nadzor);
- sistemi za nadzor in podporo mobilnosti in samostojnega življenja starejših;
- sistemi za nadzor okolja in življenjskih habitatov, kot je prikazano v praktičnem primeru;
- podporni sistemi za poljedelstvo in rejo za povečanje učinkovitosti pridelave in boljše sledljivost izdelka; samodejno namakanje, kontrola življenjskih znakov živine;
- industrijska avtomatizacija in manufaktura, kontrola izdelovalnega procesa, kontrola izgub, optimizacija;
- transport in logistika, na primer sledenje pošiljki.

Uporaba tehnologije Interneta stvari na naštetih področjih v gradbeništvu odpira priložnosti za nove poslovne koncepte in storitve na podlagi podatkov o stanju v realnem času, bolj učinkovito ravnanje v primeru nesreč, nadzor okolja in človeških aktivnosti, izboljšanje učinkovitosti rabe energije in tako dalje.

Tehnologijo lahko uporabljamo za različne namene: preventivno vzdrževanje, garancija izdelka in spremljanje izdelka skozi njegovo življenje. Z uporabo interneta stvari želimo povečati udobje v vsakdanjem življenju in iz njega odpraviti monotona, za človeka zamudna opravila. Primer: semafor samodejno prižge zeleno luč za pešce, ko se ti ustavijo na prehodu za pešce, ali avtomatično prižge rdečo luč prehitrim avtomobilom (v uporabi v Šmarju - Sap).

3.1 Primer uporabe v praksi – upravljanje s svetlobo v enosobnem stanovanju

Na primeru enosobnega stanovanja bomo pokazali, kako lahko uporabimo obstoječo tehnologijo za izboljšanje kakovosti bivanja po principu Interneta Stvari. Želimo vzdrževati stalen nivo svetlobe v stanovanju, kar bomo nadzorovali s senzorjem svetilnosti, ki nam z ustrežno kodo pošlje signal, ko je nivo svetlobe manjši ali večji od zahtevanega. Za naš primer bomo to mejo postavili pri 500 lux, kot je v navadi za pisarniške prostore. Intenziteto luči lahko prilagajamo uporabnikovim potrebam. Tloris stanovanja je viden na sliki 4, celotna površina stanovanja je 33 m². Stanovanje se nahaja na koordinatah 46.0414772033691, 14.5127296447754 oziroma v centru Ljubljane. Orientacija stanovanja je 150 stopinj severno, kar pomeni, da je delovna miza izpostavljena direktni sončni svetlobi večino dneva. V času pisanja diplomske naloge je sonce zašlo okoli sedme ure zvečer.



Slika 4: Tloris stanovanja



V delovni sobi želimo, da se ob zaznanem premikanju in intenziteti svetlobe manjši od 500 lux prižge luč in nam s tem omogoči nadaljevanje dela, ne da bi mogli vstati in jo sami prižgati. Potrebe po funkcijah lahko poda uporabnik sam, saj je sistem odprtokoden, kar pomeni prosto dodajanje in spreminjanje funkcij.

3.2 Potrebni pripomočki

Potrebovali bomo senzor za svetlobo, upor, delilnik napetosti in elektronsko vezje, ki ga bomo povezali z vezjem Raspberry Pi. Naprave bodo med sabo povezane brezžično s pomočjo vezja Arduino. Pod potrebno opremo štejemo tudi električna vezja, upornike, kondenzatorje, kable in releje, kar spada pod vsako delo z elektronskimi vezji, prav tako spajkalnik in osebni računalnik ter povezavo na internet.

3.3 Izzivi

Napravo moramo lično zapakirati in jo estetsko vključiti v prostor, prav tako moramo za komunikacijo z uporabnikom poskrbeti za enostaven uporabniški vmesnik, v katerega vnesemo, kateri način delovanja si želimo (spanje, delo, pripravljenost). V omrežje moramo povezati vse luči in senzorje premikanja v prostoru, kajti samo tako bo izdelek zaključen.

3.4 Vizija

Z opisanim konceptom se želimo vklopiti v konkurenčni trg ponudnikov storitve t.i pametnega doma. Sistem je odprtokodne narave, zato omogoča uporabniku popolnoma prilagojeno delovanje. V prihodnje je možna priključitev več senzorjev in naprav, s katerimi si še bolj izboljšamo kakovost bivanja, na primer avtomatsko zalivanje rastlin, senzor, ki nam javi, ko v nabiralnik dobimo pošto, samouravnalne rolete in tako dalje. Naš cilj je v okolje vpeljati pojem ambientalne inteligence, ki označuje elektronsko opremljeno okolje, ki je občutljivo na našo prisotnost ter se na njo ustrezno odziva in je skrito očem, upravljamo ga pa preko enostavnega uporabniškega vmesnika.

4 IZDELAVA PRAKTIČNEGA PRIMERA

Odločili smo se izdelati napravo, ki bo ob zaznanem padcu nivoja svetlobe sporočila luči naj se prižge in ostane prižgana, dokler napravi ne damo navodila za prenehanje preko uporabniškega vmesnika ali senzor ne zazna več premikanja na delovnem prostoru.

4.1 Seznam potrebne opreme

Za izdelavo praktičnega primera smo uporabili material, dostopen v vsaki boljše založeni trgovini za elektroniko:

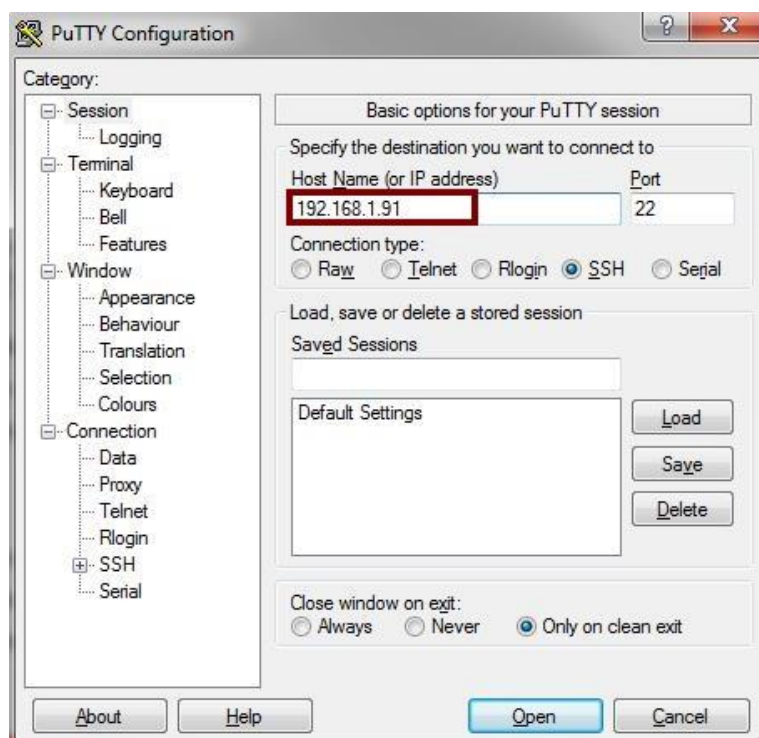
- 1 vezje Raspberry Pi
- 1 upor 1000 ohm
- 1 upor 250 ohm
- 1 kondenzator 1 μ F
- komplet povezovalnih žic moški/ženska in moški/moški in ženska/ženska (5 žic)
- 1 rele (2 kW, 220 V, 5 A)
- 1 testno vezje
- 1 žarnica 40 W
- 1 testna led dioda
- namizni računalnik
- spajkalnik
- 1 Micro SD kartica 4 GB
- 1 Ethernet kabel
- 1 Senzor premikanja PIR

4.2 Postopek izdelave

Najprej je potrebno pripraviti delovno okolje, v katerem lahko ustvarjamo. To naredimo tako, da na Raspberry Pi naložimo operacijski sistem in programski jezik naše izbire (v našem primeru je to Python). Navodila so dostopna na spletni strani razvijalca [17]. Začnemo tako, da svežo micro SD kartico formatiramo in jo vstavimo v Raspberry Pi. Nato ga povežemo v mrežo z Ethernet kablom in priključimo na napajanje. S HDMI kablom smo ga povezali tudi na monitor in preko USB vtiča priklopili miško in tipkovnico za lažje upravljanje. Nato smo namestili operacijski sistem Linux s pomočjo programa NOOBS in programski jezik Python [18]. Na računalnik smo namestili programsko orodje PuTTY, preko katerega bomo v nadaljevanju upravljali Raspberry zaradi

priročnosti. PuTTY nam omogoča krmiljenje različnih naprav, ki so na istem omrežju po načinu Secure Shell (SSH).

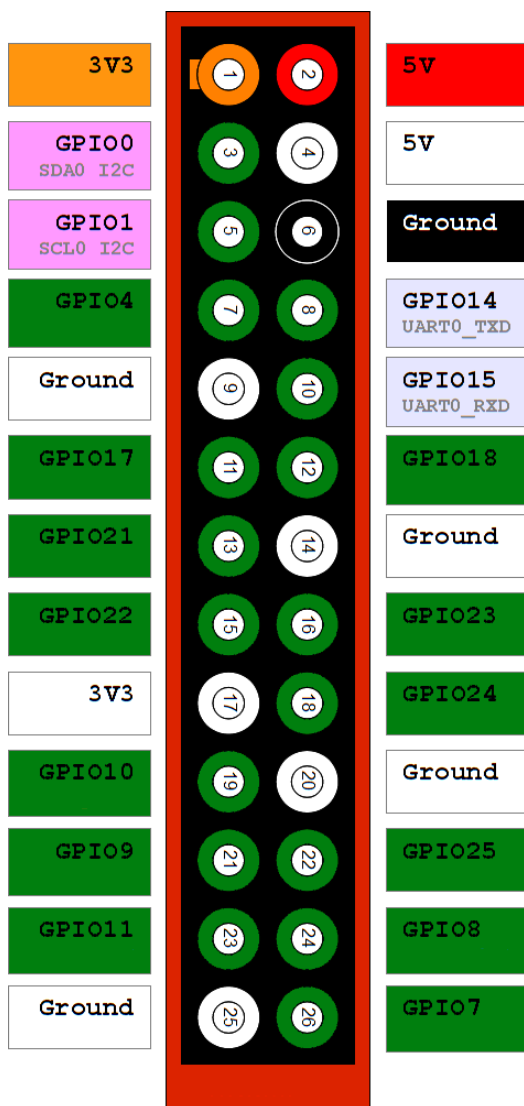
Naslednji korak je bil izvedeti IP naslov naprave Raspberry, povezane na mrežo. To smo našli tako, da smo v okolju Windows odprli programsko vrstico in v njo napisali »*ipconfig*«. V vrstici Default Gateway smo prebrali IP naslov našega modema, na katerega smo se povezali preko internetnega brskalnika. Tam smo našli IP naslov naprave, ki smo ga iskali. Vnesemo ga v program PuTTY, kot je vidno na sliki 5.



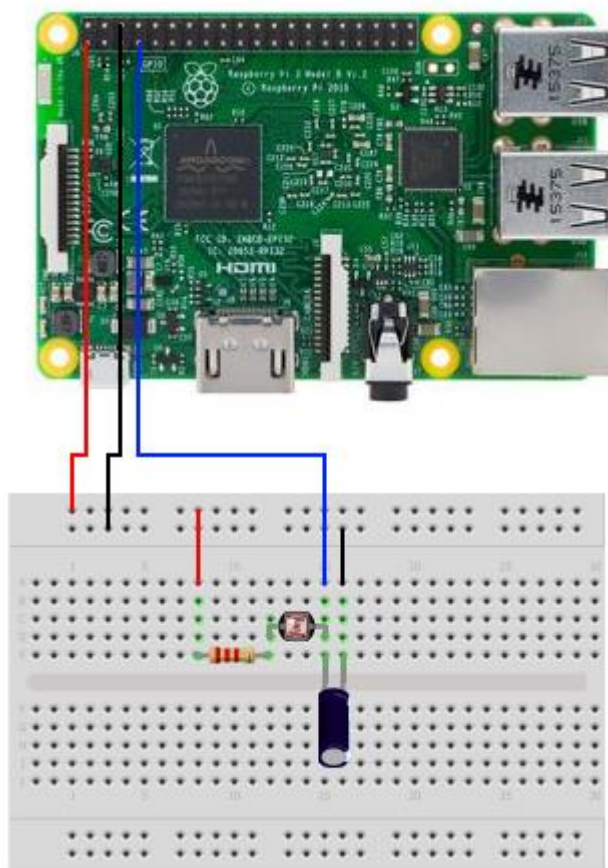
Slika 5: Konfiguracija programa PuTTY

Odpre se nam pogovorno okno, preko katerega neposredno upravljamo Raspberry, na katerem je nameščen operacijski sistem Linux, zato koristi, če poznamo osnovne ukaze. Ukazi, uporabljeni v diplomskem delu, so prikazani v prilogi (Priloga A). Nato smo odprli urejevalnik besedil z ukazom *sudo nano hello.py*, spisali testni program »Hello World!«, ga pognali s *python hello.py* in tako preverili, ali vse deluje. Sedaj lahko programiramo.

Na spletni strani AdaFruit obstaja že narejen priročnik za upravljanje s senzorjem za svetlobo, zato smo sledili navodilom na internetni strani [20]. Vtiče na Raspberry Pi smo povezali z vezjem, na katerega smo vtaknili upor, senzor in kondenzator, kot je razvidno na sliki 7.



Slika 6: Imena vtičev na vezju Raspberry Pi



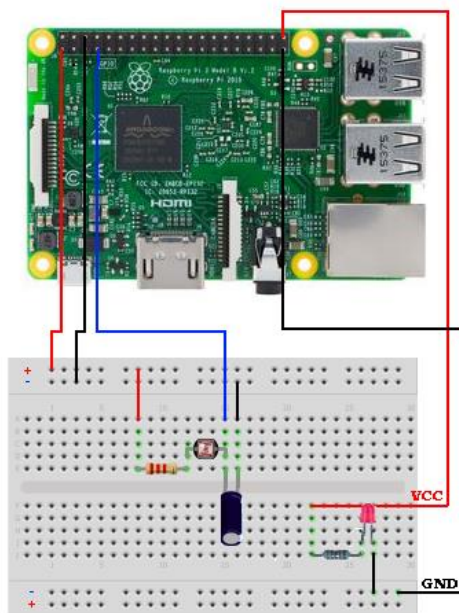
Slika 7: Povezava Raspberry Pi s testnim vezjem in senzorjem za svetlobo

Rdeča žica je napeljana na izhod za napetost 3 V, črna prikazuje ozemljitev, modra pa pošlje signal na vtič, namenjen za prepoznavo podatkov GPIO4, kot je razvidno na sliki 6. Uporabili smo upor 1000 ohm, senzor za svetlobo (fotorezistor) in 1 µF kondenzator. Ker elektrika deluje z določenim številom utripov v sekundi, lahko izmerimo čas, ki ga potrebujemo, da napolnimo kondenzator. Upor nam omeji količino toka, ki teče skozi sistem, fotorezistor pa spreminja prevodnost glede na količino svetlobe, ki jo prejme. Ko napolnimo kondenzator, ta skozi spusti tok, ki ga zabeležimo z vtičem na vezju in rezultat prikažemo kot izpisek v skripti. Temneje je, več časa potrebujemo, da se inducira dovolj napetosti na senzorju, zato so izpisi takrat počasnejši.

V urejevalniku teksta smo napisali preprost program imenovan *test.py*. Koda je prikazana v prilogi B. Z ukazom `GPIO.output(4, GPIO.LOW)` smo skozi spustili napetost in jo z ukazom `GPIO.input(4, GPIO.LOW)` prebrali. Skripta nam je potem pokazala rezultate z ukazom `print Rctime(4)`. Zadeva

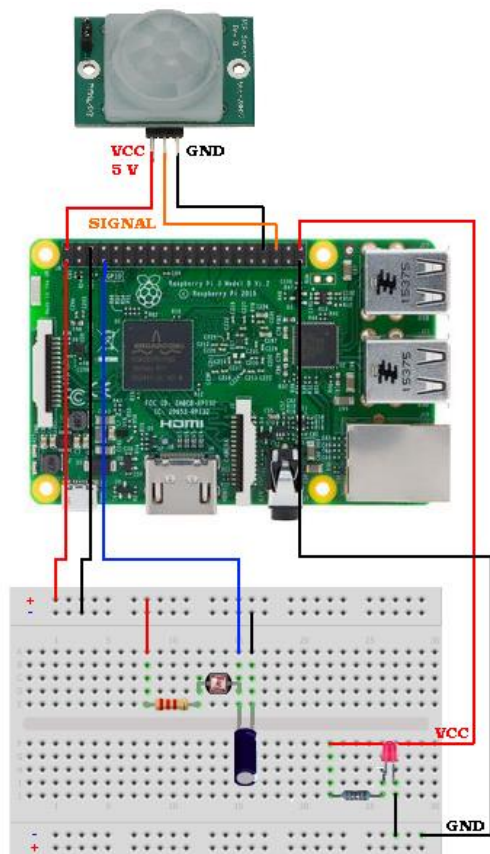
torej deluje. Ostalo nam je samo še pisanje ustrezne kode za delovanje celega sistema, ki je priložena v prilogi.

Na vezje smo priklopili LED diodo, saj si želimo znati tudi pošiljati signal ob izpolnjenih pogojih (v našem primeru je to premalo svetlobe in zaznano gibanje) in s tem preverili, ali koda pravilno deluje, saj si z njo želimo upravljati konkretno luč. Vezje smo povezali, tako kot je prikazano na sliki 8. LED dioda sprejema napetost samo v eni smeri, zato smo morali paziti na pravilno usmerjenost. Uporabili smo 250 ohm upor, ki prepreči preveliko obremenitev diode in s tem njen konec delovanja. V program smo dodali vrstico, ki skozi pin GPIO7 spusti napetost, ko je nivo svetlobe dovolj majhen, da zahtevamo dodatno osvetlitev, in jo ugasne, ko je nivo svetlobe spet v sprejemljivih mejah.

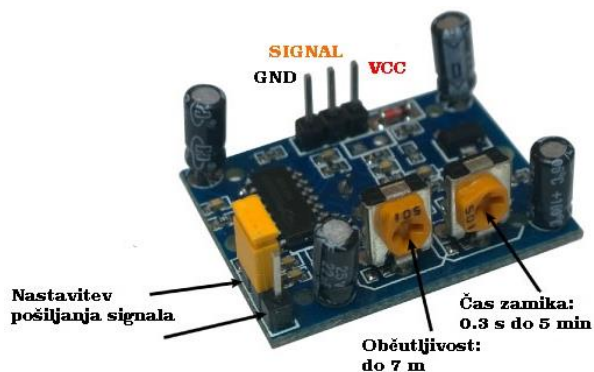


Slika 8: Priklop LED lučke.

Sedaj nam preostane samo še namestitev senzorja za premikanje. Izbrali smo standardni 5 V PIR senzor (angl. Passive Infrared), ki ob priključitvi na 5 V vir napetosti zaznava premikanje v vidnem polju in o njem pošlje signal. Občutljivost senzorja in čas pošiljanja signala lahko upravljamo mehansko na senzorju (po navodilih razvijalca) in sicer v smeri ure za bolj občutljivo zaznavanje in krajši čas pošiljanja signala (Slika 9). Možna je tudi izbira možnosti pošiljanja signala. Ena nastavitvev nam pošlje signal, ko vidno polje senzorja zazna premik in meritev ponovi glede na željeni časovni interval (0,3 s do 5 min), druga nastavitvev pa stalno zaznava premikanje in je zato boljša izbira za nas, ki hočemo neprekinjeno delovanje luči. Za naš primer nočemo, da bi se nam med delom ugasnila luč, zato senzor nastavimo na dvominutno nastavitvev, se pravi; ko senzor zazna premik, bo pošiljal signal še dve minuti.



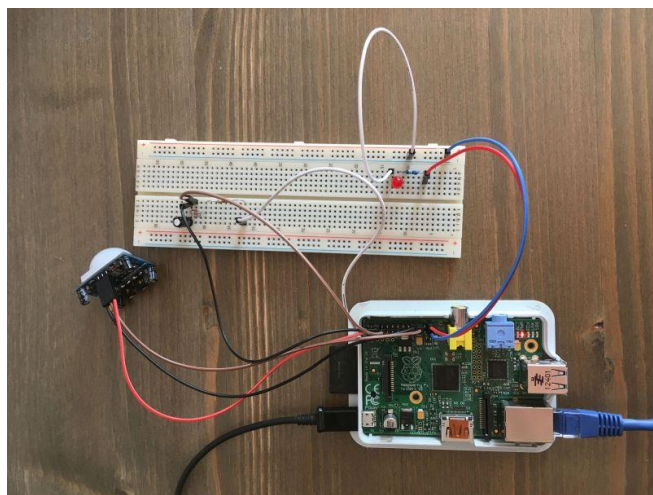
Slika 10: Končna shema vezja.



Slika 9: Sestava PIR senzorja

Senzor priključimo na Raspberry Pi po navodilih proizvajalca, kot je vidno na sliki 10. Signal pošiljamo na vtič GPIO25 z ukazom `GPIO.input(25)`.

Dokončanemu delu prilagam sliko finalne verzije elektronskega vezja z vsemi senzorstvi (slika 11) in kodo za uporabo v svoji verziji projekta, v kolikor bi se za to kdo odločil (Priloga C)



Slika 11: Fotografija končnega izdelka z vsemi senzorstvi.

5 DISKUSIJA

Z obravnavanim primerom smo pokazali možno rešitev izboljšanja bivalnega ugodja v vsakdanjem življenju. Sistem je odprtoden, kar nam omogoča poljubno dodajanje senzorjev, naprav in upravljanja z njimi preko aplikacije. V prihodnje bi lahko dodali servo motorje, s katerimi bi lahko daljinsko upravljali rolete ali sistem za samodejno oskrbo rož; senzorje, ki bi nam sporočili, kdaj so polne smeti ali kdaj nam je zmanjkalo določenega živila, kar bi lahko program sam zapisal v nakupovalni seznam, do katerega bi dostopali preko spletne aplikacije na pametnem telefonu. Prednost takega načina vpeljave novih tehnologij je popolna odprtost in dostopnost uporabniku, ki lahko sistem spreminja po svojih željah. Možna je tudi vključitev računalništva v oblaku, kar bi nam dalo možnost dostopa do podatkov in upravljanja sistema ob kateremkoli času in kraju preko računalnika oziroma telefona ali tablice (na primer dnevno poročilo senzorja gibanja v spalnici, medtem ko smo v službi).

Za primerno vključitev v obstoječ bivalni prostor bi bilo smiselno razmisliti o brezžični komunikaciji med senzorji in vezjem Raspberry, kar lahko dosežemo z vezjem Arduino in komunikacijskim protokolom 6lowPAN [21]. Trenutni kapitalni vložek v diplomsko nalogo znaša manj kot 50 €, kar ni nedosegljivo za posameznika, ki si želi igrati z novodobnimi napravami za odrasle. Sistem se da hitro in lično vgraditi v obstoječ objekt s povezavo z medmrežjem ali brez nje. Po potrebi oziroma želji stranke lahko napravi dodamo tudi zaslon na dotik, s katerim upravljamo aplikacije, naložene na vezju Raspberry Pi. To bi projektu dalo dodano vrednost, nam pa možnost za izvajanje poslovnih modelov oskrbovanja in izvedbe tako imenovanega pametnega doma s polno možnostjo prilagoditve po želji naročnika. Sistem polno zaživi ob združitvi vseh naprav v novogradnji, kjer lahko kot projektant naročniku ponudimo dodatne storitve, ki jih po želji vključi v svoje življenje.

S tem diplomskim delom smo spoznali probleme, ki nastanejo pri poskusu trženja take storitve. Sistem moramo namreč lično zapakirati in zagotoviti uporabniku nemoteno delovanje in možnost takojšnje podpore v primeru nedelovanja. Prav tako smo se naučili hitro postaviti in povezati naprave, tako da znamo projekt vključiti v prostor v manj kot enem dnevu. Pridobili smo znanje osnovne elektronike in programskega jezika Python, kar lahko v prihodnje nadgradimo z bolj kompleksnimi primeri.

V prihodnje pričakujemo vedno večjo seznanjenost prebivalstva s tehnologijo sedanjosti in opravili, ki si jih lahko z njo olajšamo. Vedno več bo tudi raznovrstnih naprav, ki jih bomo lahko vgradili v naše stanovanje. Takrat bomo tam mi in jim ponudili naše storitve.

6 ZAKLJUČEK

Podali smo pregled področij, na katerih pričakujemo primere vpeljave koncepta in tehnologije, identificirali smo tudi glavne izzive in trende razvoja. Evropska skupnost podpira raziskave in razvoj na področju Interneta Stvari, v okviru 7. okvirnega programa [22], projekti sofinancirani preko tega programa so povezani v raziskovalni grozd IERC [23] (*angl. European Research Cluster on the Internet of Things*), katerega namen je koordinacija zmogljivosti in aktivnosti na področju interneta stvari in širjenja konsenza o viziji njegovega uvajanja v Evropi.

Internet stvari je izredno zanimivo področje tudi za Slovenijo, tako za raziskovalne organizacije, saj sloni na znanjih in tehnologijah, ki jih posamezne skupine že obvladujejo, kot za gospodarstvo, saj tehnologije za pilotsko testiranje in zagon proizvodnje zahtevajo razmeroma nizke finančne vložke. Raziskovalne in razvojne skupine se v aktivnosti na področju Interneta Stvari vključujejo tako na evropski ravni kot preko slovenskih povezav in združenj in domačih projektov [24].

Kot je prikazano v nalogi, gre pri Internetu Stvari za aplikativno naravnano področje in rešitve vsakega posameznega problema lahko ob ustreznem načrtovanju in integraciji predstavljajo del celotne rešitve. V luči tega se kot najprimernejši način nadaljnega razvoja in vpeljevanja koncepta kaže postavljanje sistemov in njihova integracija z drugimi domačimi in evropskimi sistemi za navzkrižno testiranje rešitev v heterogenih okoljih. Tak pristop po eni strani zagotavlja razvoj odprtega koncepta Interneta Stvari s podporo enostavni integraciji različnih tehnologij in rešitev na različnih nivojih, po drugi strani pa tudi sodelovanje slovenskih raziskovalnih in razvojnih skupin v evropskih projektih.

V nadaljevanju lahko naš sistem nadgradimo v bolj kompleksen (na primer branje avtomobilskih tablic in samodejno upravljanje z zapornico), kar bi nam na trgu prineslo tudi večjo konkurenčnost. Na področju stavbarstva smo pogledali samo upravljanje s svetlobo, ostalih možnosti uporabe je še veliko. V prihodnosti se nadejamo še večjega števila naprav, ki jih bomo upravljali ljudje oziroma bo potekala komunikacija brez človeškega vmesnika, vedno več bo tudi novih podjetij, ki bodo ponujala storitve, povezane z Internetom Stvari.

VIRI

- [1] Statistika. 2016.
<http://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>
(Pridobljeno 30. 8. 2016)
- [2] Objavljen prvi javni razpis v okviru Strategije pametne Specializacije, ki združuje podporo vse od industrijskih raziskav in eksperimentalnega razvoja do trga. 2016.
http://www.mgrt.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/article/2159/10704/6dc22235039f0c50ec9911af3f8f4ba5/ (Pridobljeno 11. 9. 2016)
- [3] Stankovski, V. 2006 Application of decision trees to smart homes.
<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2167789> (Pridobljeno 11. 9. 2016)
- [4] daCosta, F. 2013. Rethinking the Internet of Things. A Scalable Approach to Connecting Everything. New York, Springer Science+Business Media New York: 164 str.
- [5] Greengard, S. 2015. The internet of things. The MIT press essential knowledge series. Chaparral, MIT Press: 210 str.
- [6] Kupec, B. 2015. Sipronika in KiG kot »prvi na svetu« razvili pametni prometni znak.
<http://avto.finance.si/8825065> (Pridobljeno 2. 9. 2016)
- [7] Parkirni in garažni sistemi.
<http://www.trast-int.si/PGS-dvizni.html> (Pridobljeno 2. 9. 2016)
- [8] Spremenjena prometna signalizacija v Šmarju – Sapu.
<http://www.grosuplje.si/novice/spremenjena-prometna-signalizacija-v-smarju-sapu.html>
(Pridobljeno 2. 9. 2016)
- [9] Evans, D. 2011. The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything.
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf
(Pridobljeno dne 10. 8. 2016)
- [10] Re-imagine Security – Security through Simplicity
https://www.nexusgroup.com/contentassets/8ed41fa07c5a48bca0469c825470edf0/re-imagine_security_white_paper.pdf (Pridobljeno 17. 8. 2016)
- [11] Mali, L., Sedlar, U. 2013. Priložnosti in izzivi interneta stvari. http://www.rcikt.com/wp-content/uploads/2013/07/LukaMali-Priloznosti_izzivi_IoT_v2_RCIKT_2013-06-13_LM.pdf
(Pridobljeno 19. 7. 2016)
- [12] Vidonja, T. 2014. Nad stroške uniform z uporabo interneta stvari (IoT) – primer v zdravstvu.
<http://www.ict-slovenia.net/medijsko-sredie/112-nad-stroke-uniform-z-uporabo-interneta-stvari-iot-primer-v-zdravstvu> (Pridobljeno 18. 8. 2016)
- [13] Dodig, N. 2013. Kaj je v resnici pametna hiša?
<http://www.dominvrt.si/clanek/trend/pametna-hisa-razmislite-o-stroskih-in-koristi.html>
(Pridobljeno dne 17. 7. 2016)

- [14] Šalamon, S. 2013. Zakaj postaja Internet stvari največja globalna panoga?
<http://www.opcomm.eu/sl/medijsko-sredisce/blog/139-zakaj-postaja-internet-stvari-najveja-globalna-panoga> (Pridobljeno 18. 8. 2016)
- [15] Prometno-informacijski center za državne ceste. 2016.
<http://www.promet.si/portal/sl/razmere.aspx> (Pridobljeno 1. 9. 2016)
- [16] Pernuš, M. 2016. Inteligentne stavbne tehnologije KNX/EIB
<http://www.projekt-gt.si/avtomatizirana-opravila/> (Pridobljeno dne 20. 8. 2016)
- [17] Raspberry Pi Hardware Guide.
<https://www.raspberrypi.org/learning/hardware-guide/quickstart/> (Pridobljeno 5. 9. 2016)
- [18] Raspberry Pi Software Guide.
<https://www.raspberrypi.org/learning/software-guide/quickstart/> (Pridobljeno 5. 9. 2016)
- [19] Download PuTTY
<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html> (Pridobljeno 5. 9. 2016)
- [20] Basic Photocell Reading.
<https://learn.adafruit.com/basic-resistor-sensor-reading-on-raspberry-pi/basic-photocell-reading>
(Pridobljeno 3. 9. 2016)
- [21] Overview for 6LoWPAN.
http://www.ti.com/lscs/ti/wireless_connectivity/6lowpan/overview.page (Pridobljeno 5. 9. 2016)
- [22] Direktorat za znanost, Evropsko in mednarodno sodelovanje. Okvirni program EU.
http://www.mizs.gov.si/si/delovna_podrocja/direktorat_za_znanost/sektor_za_znanost/evropsko_in_mednarodno_sodelovanje/7_okvirni_program_eu/ (Pridobljeno 15. 8. 2016)
- [23] Fadi pašić, S. Internet of Things and virtual reality will become essential to office life.
<http://betanews.com/2016/07/19/internet-of-things-vr-office-life/> (Pridobljeno 22. 8. 2016)
- [24] Mohorčič, M. 2011. Internet Stvari – izzivi in priložnosti.
http://sensorlab.ijs.si/files/publications/Mohorcic_2011_Internet_stvari_izzivi_in_priloznosti-VITEL-25.pdf (Pridobljeno 11. 7. 2016)
- [25] Kozierok, C. M. 2005. IP History, Standards, Versions and Closely-Related Protocols.
http://www.tcpipguide.com/free/t_IPHistoryStandardsVersionsandCloselyRelatedProtoco.htm
(Pridobljeno dne 19. 7. 2016)

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: Seznam kratic in pojmov v programskem okolju Linux

PRILOGA B: Program test.py

PRILOGA C: Program svetloba.py

PRILOGA A: Seznam kratic in pojmov v programskem okolju Linux

ls	.....	Seznam vseh datotek v trenutni mapi
cd	.....	<i>Change Directory</i> ukaz za navigacijo med mapami
sudo	.....	<i>Super User</i> , nadomestni uporabnik, uporabimo takrat, ko hočemo zagnati program z administratorskimi pravicami
python	.....	Povemo, v katerem programskem jeziku bi radi pognali izbrano datoteko (možnih je več različnih programskih jezikov)
nano	.....	Linuxov privzeti urejevalnik besedila, uporaben za pisanje programov, podpira označevanje ključnih pojmov
F3	.....	Bližnjica za shranit trenutno odprto datoteko v urejevalniku nano
ctrl + x	.....	Izhod iz trenutnega okna
ctrl + c	.....	Prekinitev skripte, ki se trenutno izvaja
cron	.....	Linuxov pripomoček za časovno izvajanje programov. Preko vmesnika crontab lahko poženemo skripto le enkrat vsakih pet minut

Ta stran je namenoma prazna.

PRILOGA B: Program test.py

```
1. import RPi.GPIO as GPIO, time, os
2.
3. DEBUG = 1
4. GPIO.setmode(GPIO.BCM)
5.
6. def RCtime (RCpin):
7.     reading = 0
8.     GPIO.setup(RCpin, GPIO.OUT)
9.     GPIO.output(RCpin, GPIO.LOW)
10.    time.sleep(0.1)
11.
12.    GPIO.setup(RCpin, GPIO.IN)
13.
14.    while (GPIO.input(RCpin) == GPIO.LOW):
15.        reading += 1
16.    return reading
17.
18. while True:
19.    print RCtime(4)
```

Ta stran je namenoma prazna.

PRILOGA C: Program svetloba.py

```
1. import time
2. import RPi.GPIO as GPIO
3. from gpiozero import LightSensor, Buzzer
4.
5. GPIO.setmode(GPIO.BCM)
6. GPIO.setup(7,GPIO.OUT)
7. GPIO.setup(25,GPIO.IN)
8.
9. ldr = LightSensor(4)
10.
11. while True:
12.     if ldr.value > 0.0:
13.         print(ldr.value)
14.         GPIO.output(7,GPIO.LOW)
15.         time.sleep(1)
16.     else:
17.         i = GPIO.input(25)
18.         if i==0:
19.             print(»ni svetlobe«)
20.             print(»ni premikanja«)
21.             GPIO.output(7,0)
22.             time.sleep(1)
23.         elif i==1:
24.             print(»premikanje!!«)
25.             print(»lucke sveti«)
26.             GPIO.output(7,1)
27.             time.sleep(1)
```