

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA**

DIPLOMSKI SEMINAR  
**M2M DRUŠTVENO UMREŽAVANJE –  
RASPBERRY PI**

Matija Srbić

Zagreb, svibanj 2015.



## **Sadržaj**

Uvod .....	1
1. M2M i društveno umrežavanje.....	2
1.1. Primjena sustava M2M.....	3
1.1.1. Pametni grad .....	4
1.1.2. Pametno kućanstvo .....	5
1.2. Povezanost sustava M2M i usluga društvenog umrežavanja .....	6
2. Internet stvari .....	8
2.1. Razvoj Interneta stvari.....	8
2.2. M2M i Internet stvari.....	10
2.3. Sklopolje u području Interneta stvari.....	11
3. Raspberry Pi .....	12
3.1. Pregled zanimljivijih projekata realiziranih pomoću Raspberry Pija.....	14
3.2. Ideja: pametni hladnjak .....	16
Zaključak .....	18
Literatura .....	19
Sažetak.....	20

# Uvod

Ideja osnivatelja prvih društvenih mreža bila je okupiti ljudi te omogućiti im međusobnu komunikaciju kratkim porukama (engl. *chat*) i dijeljenje osobnih informacija. Drugim riječima, ideja je bila povezati ljudi. Razvojem usluga društvenih mreža, ljudi su se povezivali na temelju zajedničkih interesa, uvjerenja i aktivnosti, međusobno su razmjenjivali ideje, želje, planove i doživljaje, a granice između virtualnih i stvarnih prijateljstva postajale su sve tanje.

Danas, kada su usluge društvenih mreža na vrhuncu, ideja je u takvu zajednicu prepunu podataka uključiti i strojeve. Razmjenom korisnih, novih podataka, ljudi spoznaju informacije, uče, razvijaju se i prilagođavaju. Iste sposobnosti moguće je razviti i kod strojeva. Već danas strojevi komuniciraju neovisno o ljudima i donose vlastite odluke, što je veliki napredak u odnosu na jednostavne poslove poput isporuke podataka za koje su bili namijenjeni prije svega nekoliko godina. Primjer sustava unutar kojeg strojevi međusobno komuniciraju su sustavi M2M (engl. *Machine-to-Machine*).

U nastavku seminaru dan je uvid u sustave M2M i njihovu povezanost s uslugama društvenog umrežavanja. Također, kroz seminar je detaljno objašnjen pojam „Internet stvari“ (engl. *Internet of Things*, IoT) te potrebni alati i sklopolje za realizaciju projekata u tome području.

U poglavlju 1 objašnjeno je što su to sustavi M2M, gdje i zašto se koriste, koja je njihova povezanost s uslugama društvenog umrežavanja te kakav je plan za sustave M2M u budućnosti.

U poglavlju 2 dana je definicija pojma „Internet stvari“, ideja Interneta stvari i njegov razvoj, prikaz Interneta stvari kao specifičnog sustava M2M te opis nekih od alata i sklopolja često korištenih u tome području.

U poglavlju 3 opisan je Raspberry Pi kao trenutno jedno od najpopularnijih i najkorištenijih sklopolja u području Interneta stvari te neki od najzanimljivijih projekata realizirano pomoću ovog moćnog mini-računala.

# 1. M2M i društveno umrežavanje

Sustavi M2M su sustavi sastavljeni od računala, pametnih senzora, pokretnih uređaja i popratnih tehnologija koje omogućavaju bežičnu ili žičanu komunikaciju među strojevima bez ili uz minimalnu intervenciju čovjeka.

U pojednostavljenom scenariju, svaki sustav M2M sadrži uređaj poput senzora ili brojila koji osluškuje i prima događaj (promjena temperature, udjela određenog plina u zraku, lokacije, položaja i sl.) kojeg prosljeđuje prilazu M2M koji preko mreže uspostavlja dvosmjernu komunikaciju između uređaja i aplikacije te šalje događaj na korisničku aplikaciju koja prevodi zaprimljene informacije u značajan podatak, obrađuje ga, pohranjuje i u skladu s time poduzima ranije definiranu akciju (npr. upali ventilator, nadopuni posudu, fotografiraj) (Slika 1.1).



Slika 1.1 Arhitektura sustava M2M u sklopu Interneta stvari

Uz razvoj tehnologije, koja postaje sve manja, lakša, jeftinija i dostupnija, tehnologija M2M je značajno evoluirala tijekom prethodnog desetljeća u mnogim i raznolikim granama industrije. Predviđa se da će do 2021. godine broj globalno umreženih uređaja M2M narasti do 2,1 milijardi [1]. Kako bi takav nagli rast bio moguć, nužno je uvođenje internetskog protokola verzije 6 (engl. *Internet Protocol version 6*, IPv6) koji će značajno povećati adresni prostor te tako omogućiti umrežavanje velikog broja senzora i strojeva.

## 1.1. Primjena sustava M2M

Primjena sustava M2M je vrlo raznolika [2]:

- sigurnost
  - sustavi za nadzor,
  - alarmni sustav,
  - sustav za praćenje kretnji
- javni prijevoz
  - kontrola emisije plinova,
  - plaćanje cestarine,
  - sigurnost prometnika,
  - pametni gradovi
- e-zdravstvo
  - udaljeno praćenje pacijenta,
  - mobilno zdravstvo,
  - zdravstvene i *fitness* aplikacije
- proizvodnja
  - nadzor lanca proizvodnje i automatizacija,
  - pomoć u poljoprivredi
- upravljanje objektom
  - informatizacija i automatizacija objekta,
  - pametna kućanstva
- pametne usluge
  - pametni mjerači (kontrola potrošnje energije),
  - pametne električne mreže.

Sukladno tome i prostora za razvoj i napredak je mnogo. Svrha sustava M2M je olakšati i automatizirati poslove i procese za koje do sada trebala ljudska intervencija te tako povećati njihovu iskoristivost.

Pojam koji se često veže uz moderne sustava M2M je „pametan“, pa se tako danas govori o pametnim mjeračima, pametnim elektroničkim tržištima, pametnim okruženjima, pametnim mrežama, pametnim gradovima i pametnim kućanstvima. Ono što neki sustav čini pametnim je njegova sposobnost učenja i samostalnog odlučivanja.

### 1.1.1. Pametni grad

Pametni grad koristi suvremenu tehnologiju kako bi unaprijedio kvalitetu življenja, smanjio troškove i potrošnju resursa te kako bi se učinkovitije i aktivnije „zauzeo“ za svoje stanovnike. Neki od ključnih sektora koji se moraju nadograditi kako bi se neki grad smatrao pametnim su javni prijevoz, javne usluge, zdravstvo, sustav za upravljanje energijom, sustav za upravljanje i zbrinjavanje otpada te same zgrade i kućanstva (Slika 1.2).



Slika 1.2 Pametni grad i unaprijeđeni sektori

Naravno, kako bi pametni grad funkcionirao, potrebna je pametna vlast i ljudi koji žele i znaju koristiti sve mogućnosti i prednosti pametnoga grada.

Glavne prednosti pametnih gradova su [3]:

1. učinkovitije korištenje fizičke infrastrukture kao potpore jakom i zdravom ekonomskom, društvenom i kulturnom razvoju,
2. korištenje suvremenih tehnologija u donošenju odluka lokalnih uprava i vlasti,
3. učenje, prilagodba i inovativnost kao sredstva bržeg i točnijeg odlučivanja u novonastalim okolnostima.

### 1.1.2. Pametno kućanstvo

Ideja pametnog kućanstva je automatizirati aktivnosti vezane uz domaćinstvo i kućanske poslove. Pametno kućanstvo može uključivati centralizirano upravljanje rasvjetom, grijanjem, ventilacijom i klimatizacijom (engl. *heating, ventilation and air conditioning*, HVAC), kućanskim uređajima (pećnica, hladnjak, televizor) i zaključavanjem (Slika 1.3), kako bi se osigurala unaprijeđena udobnost, energetska efikasnost i sigurnost [4].



Slika 1.3 Centralizirano upravljanje pametnim kućanstvom

Pametno kućanstvo također pruža poboljšanu kvalitetu života za starije i nemoćne te ljude s posebnim potrebama, kojima bi inače bila potrebna kućna njega ili boravak u prilagođenim ustanovama.

Uz centralizirano upravljanje kućanstvom, vlasnik može odrediti kako, kada i zašto će neki uređaj reagirati. Vlasnik je taj koji određuje raspored aktivnosti i inicijalne postavke, no pametno kućanstvo s vremenom uči o vlasnikovim navikama i željama, te u skladu s time prilagođava svoje postavke. U slučaju neželjenih i neplaniranih događaja, vlasnik je o istima odmah obaviješten kako bi pravovremeno mogao reagirati.

## **1.2. Povezanost sustava M2M i usluga društvenog umrežavanja**

U današnjem umreženom svijetu, gotovo svatko posjeduje pametni telefon (engl. *smartphone*), *tablet*, prijenosno računalo ili neki drugi uređaj koji mu omogućava pristup Internetu. Iako umreženi, ti uređaji nisu međusobno povezani i ne komuniciraju.

Predviđanja su da bi u budućnosti srodni uređaji trebali biti povezani kroz neku vrstu društvene mreže koju bi kreirali ljudi. Svatko bi mogao kreirati osobnu društvenu mrežu u kojoj bi povezao uređaje koji trebaju međusobno komunicirati radi izvršavanja određenih zadataka. Svaki korisnik bi mogao kroz interakciju s uređajima u svojoj društvenoj mreži upravljati svojim okruženjem i prilagoditi ga sebi.

Na primjer, trenutno su automati s grickalicama povezani na Internet kako bi mogli poslati obavijest kada je potrebno ponovno punjenje sadržajem. U budućnosti, korisnici će moći preko svog pametnog telefona pogledati sadržaj najbližih automata s grickalicama bez da ih osobno posjete. Također, moći će ih dodati u svoju društvenu mrežu kako bi redovito primali obavijesti o promjenama sadržaja unutar automata [5].

Još jedan od uređaja koji će korisnik u budućnosti moći dodati u svoju društvenu mrežu je hladnjak. Dosadašnje bar-kodove na namirnicama zamijeniti će tzv. pametne oznake, odnosno radio-frekvencijske identifikacije (engl. *Radio-Frequency Identification*, RFID) [6]. One će sadržavati sve potrebne informacije o namirnicama koje će se pomoći elektroničkim čitačima moći pročitati i proslijediti korisniku. Korisnik će u svakom trenutku moći saznati sadržaj svojeg hladnjaka te tako odlučiti što mora kupiti. Uz određenu prilagodbu sa strane prodavača, hladnjak će moći i samostalno komunicirati s prodavaonicama te obaviti kupovinu (poslati narudžbu) kada ponestane određene namirnice.

Trenutno postoji mnogo projekata koji povezuju današnje (ljudske) društvene mreže sa strojevima i uređajima. Neki od njih već sada koriste ranije spomenutu tehnologiju RFID kako bi automatizirali, ubrzali i olakšali poslove koje su ljudi morali samostalno obavljati.

Primjer takvog projekta je platforma za marketing i brzo oglašavanje. Posjetioci sajmova na kojima se prezentiraju novi, različiti proizvodi na ulazu dobivaju svoj identifikacijski dokument s pametnom oznakom (RFID). Na prezentacijskim pultovima smješteni su elektronički čitači koji su povezani s društvenim mrežama poput Facebooka, Twittera i

LinkedIn. Ako se posjetiocu proizvod sviđi, on može prisloniti svoj identifikacijski dokument na elektronički čitač te tako dati do znanja da mu se proizvod sviđa (Slika 1.4).



Slika 1.4 Označavanje nekog od proizvoda s oznakom „sviđa mi se“

Informacija o označavanju nekog od proizvoda s oznakom „sviđa mi se“ tada je automatski proslijedena na društvene mreže gdje ju mogu vidjeti svi korisnikovi prijatelji te i sami pogledati isti proizvod [7].

Sličan projekt je i SnapTap, interaktivni sustav za događaje koji se brine za kontrolu ulaza i pristupa sadržaju, beskontaktno plaćanje i interaktivni sadržaj. Sve je to omogućeno korisniku preko RFID narukvice koju dobiva unaprijed ili na ulazu na događaj. Pomoću RFID narukvice korisnik obavlja sva plaćanja unutar događaja te u kombinaciji s foto-kioskom, objavljuje sadržaj na društvenim mrežama [8].

## **2. Internet stvari**

Pojam „Internet stvari“ označava mrežu fizičkih objekata (stvari) ukomponiranih s elektronikom, senzorima, programima i sustavom komunikacije kako bi se kroz razmjenu podataka s proizvođačima, korisnicima i drugim umreženim uređajima poboljšala kvaliteta i mogućnosti neke usluge. Svaki objekt u takvoj mreži ima svoj jedinstveni identifikator i sposobnost prijenosa prikupljenih i kreiranih podataka mrežom. „Stvar“ može biti gotovo sve: od objekata napravljenih od strane čovjeka (automobili, televizori, kuće, itd.) pa do živih (prirodnih) objekata (biljke, životinje i ljudi). Ti objekti pružaju uvid u podatke koji su do sad bili nedohvatljivi pa je time omogućen razvoj ideja u potpuno novim, revolucionarnim smjerovima.

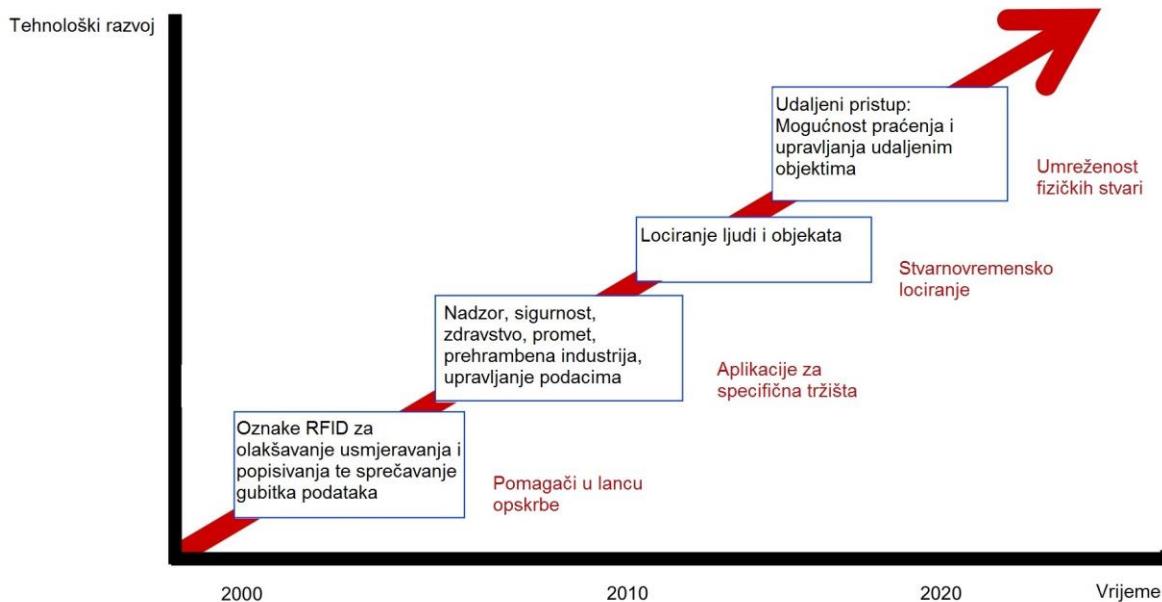
Ideja Interneta stvari je ponuditi napredni sustav komunikacije među uređajima, sustavima, uslugama i ljudima i pri tome osigurati raznolikost protokola, domena i aplikacija. Razmjena, analiza i obrada novih podataka prikupljenih u takvoj komunikaciji temelj je Interneta stvari.

### **2.1. Razvoj Interneta stvari**

Iako je naziv „Internet stvari“ ušao u upotrebu tek 1999. godine [9], razvoj Interneta stvari traje desetljećima. Prvi uređaj određene funkcionalnosti koji je spojen na neku vrstu mreže bio je uređaj za prodaju sokova, koji je osmišljen još 1980-ih. Grupa programera osmisnila je uređaj koji im je omogućavao provjeru dostupnosti sokova, kako njihov dolazak do uređaja ne bi bio uzaludan [10].

Zbog potrebe za ubrzanim obradom podataka početkom 21. stoljeća uvedene su radio-frekvencijske identifikacije koje olakšavaju upravljanje podacima, a smanjeni troškovi proizvodnje sklopolja omogućili su razvoj specijaliziranih aplikacija u različitim domenama. Ubrzo zatim pojavila se mogućnost stvarnovremenskog lociranja ljudi i objekata, a uz sve dostupnije, manje i moćnije sklopolje, samo je pitanje vremena kada će većina fizičkih objekata biti umrežena i međusobno komunicirati (Slika 2.1).

## TEHNOLOŠKI PUTOKAZ: INTERNET STVARI



Izvor: SRI Consulting Business Intelligence

Slika 2.1 Tehnološki razvoj Interneta stvari

Danas je Internet stvari na prijelazu iz onog do jučer nepojmljivog i neostvarivog u ono realno, uobičajeno i svakodnevno. Glavni razlozi takvog ubrzanog razvoja Interneta stvari su:

- **opadanje cijena sklopovlja** – cijena komponenti poput mikrokontrolera, senzora i mikroračunala koje su potrebne za razvoj projekata u ovoj domeni su u padu zbog zasićenosti tržišta. Ne samo da su komponente sve jeftinije, već su i njihove performanse sve bolje.
- **veća i napredna povezanost strojeva** – M2M komunikacija više nije novost, uz povećanje adresnog prostora i pokrivenost gotovo svakog kutka planeta Internetom sve više strojeva međusobno komunicira.
- **aplikacije i programi su napredniji nego ikad** – složene i dinamične aplikacije omogućavaju prikupljanje i analizu ogromnih količina podataka u vrlo kratkome roku.
- **rješenja u oblaku (engl. cloud)** – rastom usluga u oblaku, pohrana i obrada podataka postaje dostupnija i jeftinija.
- **potencijalna zarada** – mogućnost zarade i stvaranja ekonomskog utjecaja od nekoliko milijardi dolara velika su motivacija razvoja projekata u ovome području.

## 2.2. M2M i Internet stvari

Često se o sustavima M2M i Internetu stvari govoriti kao istim ili vrlo sličnim sustavima, no to nije posve točno, iako su rješenja u tim područjima često preklapajuća i spadaju pod oba sustava. Internet stvari je mnogo širi pojam, koji je evoluirao iz sustava M2M. Na Internet stvari se također može gledati i kao na horizontalnu poveznicu između više vertikalnih sustava M2M. Sustavi M2M su sustavi u kojima uređaj potaknut nekim događajem koristi mrežne resurse u svrhu nadzora i upravljanje nekim drugim uređajem, dok je Internet stvari spajanje, odnosno migracija fizičkog svijeta u digitalni svijet. Razlika između ova dva sustava je mnogo, a neke od njih su: vrsta i način komunikacije, način rada, otvorenost i dostupnost rješenja, širina primjene te sudionici sustava (Tablica 2.1).

Tablica 2.1 Razlike između sustava M2M i Interneta stvari

	Sustavi M2M	Internet stvari
<b>Način i vrsta komunikacije</b>	Komunikacije iz točke u točku (engl. <i>point-to-point</i> ) pomoću ugradbenih modula	Komunikacija zasnovana na internetskim tehnologijama (protokol IP)
<b>Način rada</b>	Izvođenje ranije definirane akcije za određeni događaj	Reakcija na događaj, analiza i pohrana zaprimljenih podataka i njihov prikaz korisniku kroz aplikaciju
<b>Otvorenost i dostupnost rješenja</b>	Vlasnička rješenja, nisu dostupna širem krugu korisnika	Otvorena rješenja, dostupna za javnu uporabu putem Interneta
<b>Širina primjene</b>	Primjena na specifičnim problemima, specijalizirana rješenja	Primjena na generalnim problemima, objedinjene više specijaliziranih rješenja
<b>Sudionici</b>	Uredaji (računala, senzori, mjerači i sl.), pametni objekti	Uredaji i ljudi, pametni i „nepametni“ objekti
<b>Međuodnos</b>	Podskup	Nadskup

## 2.3. Sklopolje u području Interneta stvari

U području Interneta stvari postoji pregršt sklopolja pomoću kojeg je moguće realizirati raznovrsne projekte. Projekti u ovome području često se nazivaju projekti DYI (engl. *Do-It-Yourself*) što označava metodu izgradnje, kreiranja, izmjene i popravka nečeg bez stručne pomoći. Upravo zbog te lakoće izrade projekata za koju nije potrebno stručno znanje i godine iskustva u ovome području, već kreativnost i maštovitost, te vrlo pristupačne cijene sklopolja, moguća je realizaciju velikog broja ideja. To su ujedno i glavni razlozi raširenosti uporabe sklopolja namijenjenog za izradu projekata u području Interneta stvari.

Dvije trenutno najkorištenije opcije su Raspberry Pi i Arduino koji su osmišljeni kao alati za učenje koji su svoju veliku popularnost stekli upravo zbog lakoće uporabe. Iako su nastali iz sličnih razloga, Raspberry Pi i Arduino su vrlo različiti (Tablica 2.2): Raspberry Pi je potpuno funkcionalno mini-računalo, dok je Arduino mikrokontroler, što je samo jedna od komponenti računala [11].

Tablica 2.2 Razlike između sklopolja Raspberry Pi i Arduino

	Arduino UNO Rev3	Raspberry Pi 2 Model B
<b>Cijena</b>	\$30	\$35
<b>Dužina i širina</b>	6,9cm x 5,3cm	5,6cm x 8,6cm
<b>Radna memorija</b>	2KB	1GB
<b>Frekvencija radnog takta</b>	16MHz	900MHz
<b>Ugrađena podrška mreže</b>	-	10/100 Mbit/s Ethernet RJ45
<b>Paralelizam</b>	Ne	Da
<b>Ulazni napon</b>	7-12V	5V
<b>Flash memorija</b>	32KB	Kartica mikro SD (2-64GB)
<b>Utori USB</b>	1	4
<b>Operacijski sustav</b>	Arduino	Raspbian, Arch Linux, Pidora, OpenELEC,...

### 3. Raspberry Pi

Raspberry Pi je niskobudžetno računalo veličine kreditne kartice koje je razvijeno s namjerom promocije računarstva u školama. Kako bi ga se pripremilo za korištenje, dovoljno je spojiti ga na monitor ili TV te priključiti mu tipkovnicu, miša i napajanje. Na Raspberry Piju je moguće gotovo sve što je moguće i na stolnim računalima: od pregledavanja web stranica i gledanja videa visoke rezolucije pa do izrade proračunskih tablica, obrade i analize teksta i igranja video igara [12].

Raspberry Pi je razvijen u Ujedinjenom Kraljevstvu od strane humanitarno-edukacijske organizacije „Raspberry Pi Foundation“.

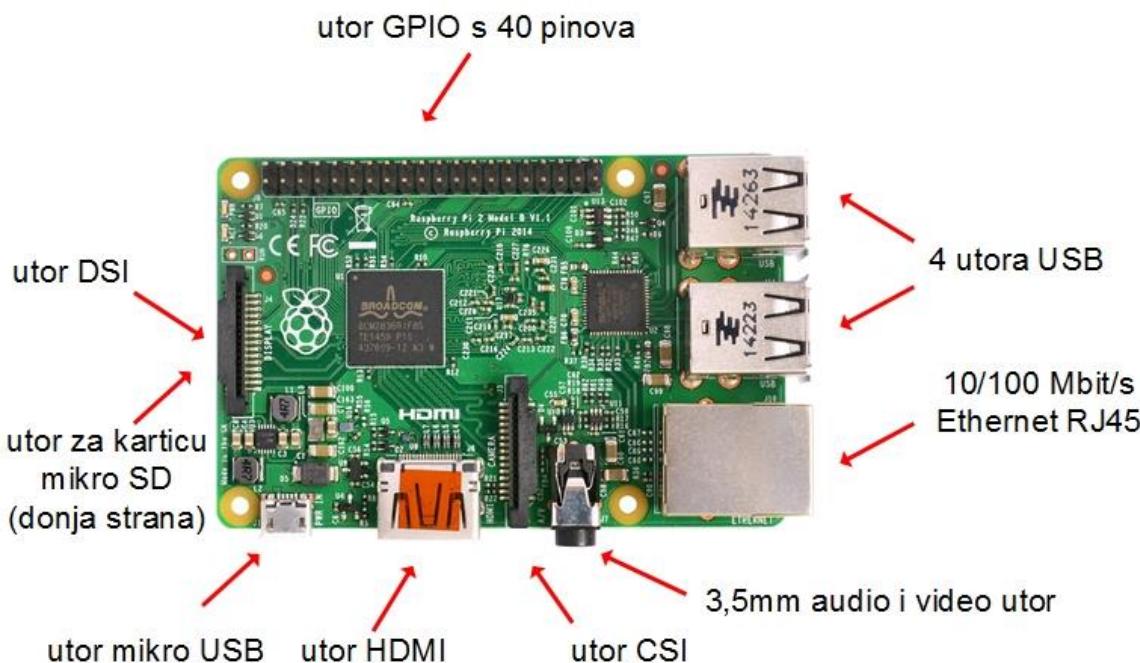
Prvi model plasiran je na tržište 28. veljače 2012. godine pod nazivom Raspberry Pi Model B. Koštao je \$35, a dolazio je s 256MB radne memorije, utorom za kabel lokalne mreže, audio ulazom, 2 utora USB (engl. *Universal Serial Bus*), utorom HDMI (engl. *High-Definition Multimedia Interface*) i GPIO (engl. *General Purpose Input/Output*) s 26 pinova. U nekoliko sljedećih mjeseci izvršeno je više nadogradnji koje su uključivale promjene na utoru GPIO, omogućavanje napajanja preko koncentratora (engl. *hub*) USB s vlastitim napajanjem i nadogradnju na 512MB radne memorije.

2. veljače 2013. godine u prodaju je pušten novi model: Raspberry Pi Model A. Model A je bio „siromašniji“ od Modela B po pitanju performansi i komponenti. Imao je 1 utor USB, 256MB radne memorije i nije imao utora za kabel lokalne mreže. Zbog toga, njegova cijena iznosila je \$25, a potrošnja energije iznosila je oko 33% potrošnje modela B.

U svibnju 2014. godine predstavljena je model Raspberry Pi Model B+ kao konačna nadogradnja prvog Raspberry Pija. Prodavan je po istoj cijeni kao i prvi model (\$35) iako je smanjena potrošnja energije te su dodana 2 utora USB (ukupno 4), 14 pinova GPIO (ukupno 40) i utor za karticu mikro SD (engl. *Secure Digital*).

Sukladno tome, 11. studenog, 2014. godine i Model A je dobio svoju konačnu nadogradnju: Raspberry Pi Model A+. Po performansama i komponentama vrlo sličan svome prethodniku, no po dimenzijama manji i po cijeni jeftiniji (\$20), Model A+ svojevremeno je postao najjeftinije, najmanje računalo u svijetu.

Druga generacija Raspberry Pija započela je modelom Raspberry Pi 2 Model B (Slika 3.1), 2. veljače 2015. godine. Uz sve postojeće prednosti prethodne generacije, Raspberry Pi 2 Model B sadrži dvije velike nadogradnje: četverojezgreni procesor s frekvencijom radnog takta od 900 MHz umjesto jednojezgrenog procesora s frekvencijom radnog takta od 700 MHz i 1GB radne memorije umjesto 512MB. Uz navedene nadogradnje, Raspberry Pi je ubrzan čak do šest puta, dok je njegova cijena ostala nepromijenjena (\$35) [13].



Slika 3.1 Raspberry Pi 2 Model B s označenim komponentama

Svaki Raspberry Pi 2 Model B ima četiri utora USB preko kojih se spajaju miš i tipkovnica dok ostala dva utora ostaju slobodna za korištenje. Opremljen je i utorom za kabel lokalne mreže RJ45 kako bi se mogao povezati na Internet. Preko utora promjera 3,5 mm moguće je spojiti različite ulazne/izlazne uređaje poput slušalica, mikrofona, električne gitare ili TV-a. Utor CSI (engl. *Camera Serial Interface*) služi za spajanje posebne kamere pomoću trakastog (engl. *ribbon*) kabla. Utor HDMI služi za spajanje TV-a ili monitora koji služe kao zaslon ovome mini-računalu. Napajanje Raspberry Pija spaja se preko pretvornika s priključkom mikro USB te u tu svrhu može poslužiti većina punjača pametnih telefona. Tu je još i utor DSI (engl. *Display Serial Interface*) za spajanje zaslona LCD (engl. *Liquid-Crystal Display*) i utor GPIO s 40 programabilnih pinova pomoću kojih Raspberry Pi može slati i primati signale od drugih uređaja. Na donjoj strani nalazi se utor za karticu mikro SD na koju je potrebno postaviti željeni operacijski sustav i koja također služi kao medij za pohranu podataka.

### **3.1. Pregled zanimljivih projekata realiziranih pomoću Raspberry Pi**

U nastavku je dan pregled dva potpuno različita projekata realiziranih pomoću Raspberry Pi: jedan koji je moguće realizirati u svakome kućanstvu i jedan dosta složeniji koji zahtjeva veća finansijska ulaganja.

#### **Picrowave**

Nadogradnja uobičajene mikrovalne pećnica s redizajniranim dodirnikom i novim funkcionalnostima poput upravljanja glasovnim naredbama, skeniranja bar-kodova radi pristupa bazi podataka s vremenima pripreme hrane, udaljeni pristup preko web sučelja i dojava putem društvene mreže kada je jelo gotovo (Slika 3.2) [14].



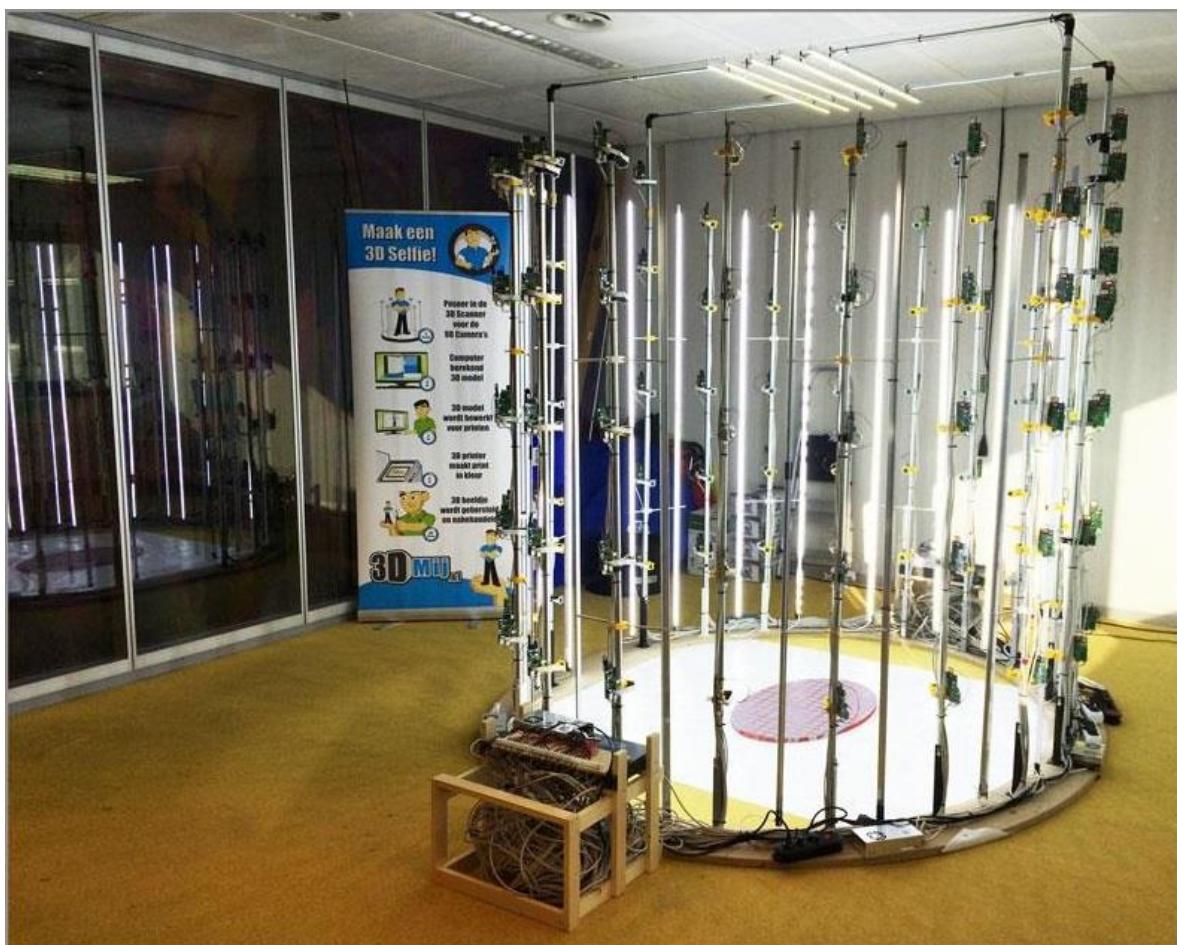
Slika 3.2 Mikrovalna pećnica i Raspberry Pi

### 3D skener

Za izradu 3D skenera potrebno je:

- 40 Raspberry Pija,
- 40 kamera za Raspberry Pi,
- 40 kartica mikro SD veličine 8GB,
- odgovarajuća napajanja.

Pomoću ovog 3D skenera moguće je snimiti dovoljno fotografija čijom se kombinacijom stvara 3D model objekta koji se nalazi unutar skenera (Slika 3.3) [15].



Slika 3.3 3D skener sastavljen od Raspberry Pijeva

### **3.2. Ideja: pametni hladnjak**

Ljudi svakodnevno gube vrijeme na odlaske u kupovinu. U kupovinu se najčešće odlazi bez prethodnog popisa potrebnih namirnica pa te kupovine često potraju duže od planiranog zbog nepotrebnog pregledavanja polica i s većim troškovima od planiranih. Uz to, nerijetko se dogodi da kupljenoj hrani istekne rok trajanja jer predugo stoji u hladnjaku i ljudi zaborave kada su je kupili. U budućnosti, rješenje ovih problema moguće je ostvariti nadogradnjom bilo kojeg hladnjaka s prikladnim Raspberry Pijem.

Uskoro bi stare bar-kodove na namirnicama trebale zamijeniti oznake RFID, pametne oznake. Pomoću oznaka RFID moguće je zapisati sve potrebne informacije vezane uz namirnicu: naziv, cijena, rok trajanja, hranidbene vrijednosti i sl. Pomoću skenera oznaka RFID koji je spojen na Raspberry Pi moguće je pronaći sve oznake RFID koje se nalaze u blizini i očitati podatke zapisane na njima. Pozicioniranjem jednog takvog Raspberry Pija u hladnjak na prikladno mjesto omogućava se skeniranje svih namirnica u hladnjaku koje su označene oznakama RFID. Raspberry Pi pokreće skeniranje hladnjaka svaki puta kada se vrata hladnjaka zatvore kako bi se osvježila lista namirnica u hladnjaku. Prikupljene podatke Raspberry Pi prosljeđuje na web aplikaciju gdje korisnik može u svakome trenutku vidjeti popis svih namirnica koje se nalaze u hladnjaku. Zbog hrane koja nema oznake RFID (poput voća i povrća) Raspberry Pi je opremljen kamerom kako bi korisnik preko web aplikacije mogao zatražiti fotografiju iz hladnjaka. Kroz web aplikaciju korisnik može vidjeti listu namirnica iz hladnjaka zajedno sa svim informacijama zapisanima na njihovim pametnim oznakama. Uz to, namirnice kojima se bliži istek roka trajanja svrstane su u posebnu kategoriju kako bi se korisniku skrenula pažnja na njihovu skorašnju neupotrebljivost.

Web aplikacija je također povezana s trgovinama koje pružaju uslugu dostave namirnica. Korisnik može kroz web aplikaciju unijeti listu namirnica, a njegov pametni hladnjak napraviti će usporedbu liste s popisom namirnica koje se nalaze u njemu te korisniku predložiti sve namirnice koje nedostaju, a moguće ih je naručiti iz trgovine. Na sličan način korisnik kroz web aplikaciju može odabratи jedan od recepata iz baze recepata, pametni hladnjak napravi usporedbu što korisniku nedostaje te mu omogući odabir i narudžbu tih namirnica. Uporabom pametnog hladnjaka korisnik štedi vrijeme i novac te si olakšava svakodnevnu kupovinu i pripremu hrane.

Korisnik svom pametnom hladnjaku pristupa prijavom na web aplikaciju putem svog web preglednika. Web aplikacija smještena je na poslužitelju s bazom podataka i sastoji se od modula za komunikaciju s trgovinom, modula za komunikaciju s hladnjakom, modula za komunikaciju s korisnikom, modula za komunikaciju s bazom podataka i poslovne logike.

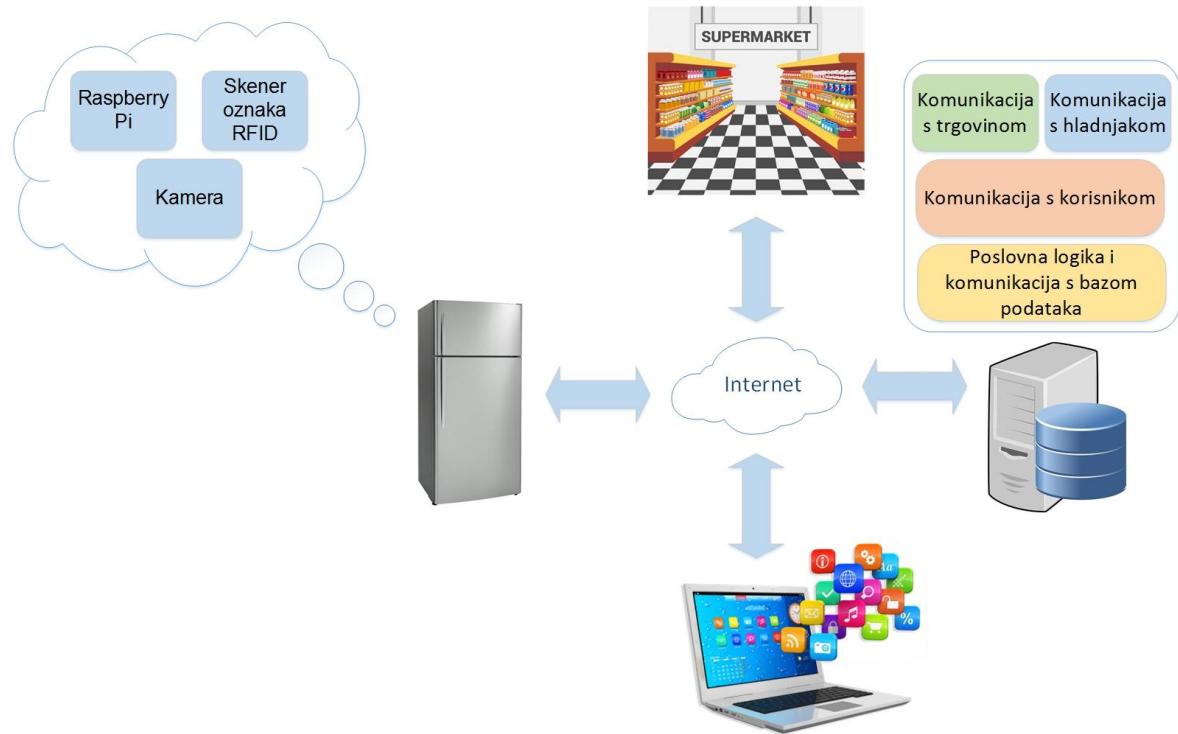
Modul za komunikaciju s trgovinom omogućava pretragu proizvoda u trgovinama koje pružaju uslugu naručivanja namirnica na kućnu adresu te obavlja sam proces kupovine.

Modul za komunikaciju s hladnjakom brine se za prikupljanje podataka iz hladnjaka te prosljeđivanje popisa željenih namirnica hladnjaku.

Modul za komunikaciju s korisnikom odgovara na sve korisnikove zahteve: registracija, prijava/odjava, pregled namirnica u hladnjaku, pregled informacija o namirnicama, pregled namirnica pred istekom roka trajanja, unos popisa željenih namirnica, pregled recepata.

Modul za komunikaciju s bazom podataka obavlja spremanje, dohvaćanje, brisanje i mijenjanje svih podataka potrebnih za rad web aplikacije.

Poslovna logika povezuje sve navedene module i čini jezgru web aplikacije (Slika 3.4).



Slika 3.4 Arhitektura pametnog hladnjaka

## Zaključak

Društveno umrežavanje nije više aktivnost rezervirana samo za ljude. Uz sve više uređaja koji samostalno međusobno komuniciraju i stvaraju velike količine korisnih podataka, moguće je stvoriti novi oblik društvene mreže u kojoj međusobno komuniciraju i ljudi i uređaji. Primjer jedne takve društvene mreže je sustav Internet stvari.

Internet stvari se temelji na povezivanju više sustava M2M, analizi i obradi podataka prikupljenih od strane sustava M2M i pružanju jedinstvene usluge korisniku. Ideja je umrežiti i povezati što više objekata, uređaja, usluga i ljudi kako bi se omogućila razmjena što veće količine podataka i pristup dosad nedostupnim informacijama. Projekti izrađeni u sklopu Interneta stvari su vrlo raznoliki i primjenu pronalaze u mnogo domena: edukacija, zdravstvo i medicina, promet, domaćinstvo, poljoprivreda, trgovina, zabava i dr. Većina tih projekata ima zajednički cilj, a to je olakšati čovjeku život.

Ubrzani razvoj Interneta stvari moguć je zbog razvoja sklopovlja koje postaje sve moćnije, manje i jestinije. Jedno od trenutno najkorištenijeg sklopovlja je mini-računalo Raspberry Pi koje svojom pristupačnom cijenom, veličinom, zavidnim performansama i jednostavnosću korištenja osvaja korisnike diljem svijeta. Trenutno postoji jako puno projekata izvedenih pomoću ovog mini-računala u sklopu Interneta stvari, čemu svjedoči i njegova prodavanost u više od pet milijuna primjeraka [16].

# Literatura

- [1] M2M device connections, revenue and ARPU: worldwide forecast 2011-2021, <http://www.analysysmason.com/Research/Content/Reports/M2M-forecast-May2012-RDME0>, 24.04.2015.
- [2] MARIO KUŠEK, GORDAN JEŽIĆ, *Machine to Machine Communication for Smart Environment*, Faculty of Electrical Engineering and Computing, University of Zagreb
- [3] Smart city, [http://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_city](http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city), 26.04.2015.
- [4] Home automation, [http://en.wikipedia.org/wiki/Home\\_automation](http://en.wikipedia.org/wiki/Home_automation), 27.04.2015.
- [5] The Next Evolution of M2M – Your Personal Social Network, <http://www.itbriefcase.net/the-next-evolution-of-m2m-your-personal-social-network>, 28.04.2015.
- [6] How RFID Works, <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid>, 28.04.2015.
- [7] M2M Meets Social Networks, <http://www.iotevolutionworld.com/m2m/articles/322839-m2m-meets-social-networks.htm>, 28.04.2015.
- [8] Novi pothvat Entriovog tima: Hardversko-softverski SnapTap čini festivale interaktivnijima, <http://www.netokracija.com/snaptap-entrio-posao-101056>, 28.04.2015.
- [9] Internet of Thing (IoT), <http://whatis.techtarget.com/definition/Internet-of-Things>, 12.05.2015.
- [10] Internet appliance, <http://whatis.techtarget.com/definition/Internet-appliance>, 13.05.2015.
- [11] Arduino vs. Raspberry Pi: Which Is The Right DIY Platform For You?, <http://readwrite.com/2014/05/07/arduino-vs-raspberry-pi-projects-diy-platform>, 17.05.2015.
- [12] What is Raspberry Pi?, <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>, 18.05.2015.
- [13] Happy 3rd Birthday – The Life of Raspberry Pi, [blog.mcmelectronics.com/post/A-Look-Back-A-Timeline-of-Raspberry-Pi](http://blog.mcmelectronics.com/post/A-Look-Back-A-Timeline-of-Raspberry-Pi), 19.05.2015.
- [14] Raspberry Pi Microwave, <http://madebynathan.com/2013/07/10/raspberry-pi-powered-microwave/>, 19.05.2015.
- [15] Multiple Raspberry PI 3D Scanner, <http://www.instructables.com/id/Multiple-Raspberry-PI-3D-Scanner>, 19.05.2015.
- [16] Five Million Sold!, <https://www.raspberrypi.org/five-million-sold>, 20.05.2015.

## **Sažetak**

M2M sustavi smatraju se sastavnim dijelom Interneta stvari (IoT) te tako čine jedan od ključnih čimbenika za migraciju fizičkog svijeta u digitalni, koja je planirana u bliskoj budućnosti. Ugrubo rečeno, pod pojmom „Internet stvari“ smatra se umrežavanje „svega“, kako bi se omogućila komunikacija i razmjena podataka između stvari i ljudi. Projekti rađeni u području Interneta stvari su vrlo raznoliki; projekti vezani za edukaciju, medicinu i zdravstvo, pametne gradove, vojsku, kućanstva, promet, pomoć u svakodnevnim poslovima te još mnogo drugih područja.

Jedno od trenutno najpopularnijeg i najpristupačnijeg sklopovlja za realizaciju projekata u tome području je mini-računalo Raspberry Pi. Raspberry Pi je računalo veličine kreditne kartice i zbog svoje veličine i performansi trenutno je jedno od najpopularnijih sklopovlja za realizaciju projekata u području Interneta stvari. Zbog svoje pristupačne cijene i mogućnosti sličnih prosječnim stolnim računalima, primjena mu je vrlo raznolika.