

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
KOMPIUTERIJOS KATEDRA

Baigiamasis bakalauro darbas

Išmaniųjų namų valdymo sistemos prototipo kūrimas

Atliko: 4 kurso, 2 grupės studentas

Tomas Grigaliūnas

Darbo vadovas:

Eduardas Kutka

Vilnius

2017

Turinys

Sutartinių terminų sąrašas	3
Anotacija	4
Summary	4
Įvadas	6
1. Išmaniųjų įrenginių technologijų analizė	8
1.1. Išmanieji namai	9
1.2. Išmaniųjų namų technologijų apžvalga.....	10
2. Sistemos struktūra	13
2.1. Prototipo funkcionalumas	14
2.2. Stebėjimo funkcijos.....	14
2.3. Valdymo funkcijos	15
3. Prototipo architektūra.....	17
3.1. Techninės įrangos specifikacija	18
3.2. Vartotojo sąsaja.....	19
3.3. Internetinio tinklalapio specifikacija.....	20
3.4. Veiksmų aprašymas	21
Išvados ir rezultatai.....	23
Literatūros sąrašas.....	25

Sutartinių terminų sąrašas

1. „Internet of Things“ (liet. Daiktų Internetas) – toliau tekste naudojamas kaip „DI“. Tai yra įvairių fizinių įrenginių tinklas, kuris įgalina juos rinkti ir dalintis informacija;
2. „Arduino“ – atviro kodo mikrokontroleris;
3. „HVAC“ (angl. Heating, Ventilation and Air Conditioning) – mikroklimato sistema, kuri geba ir šildyti, ir šaldyti orą;
4. „Insteon“ – išmaniųjų namų automatizavimo technologija;
5. „Xbee“ – „ZigBee“ išmaniųjų namų technologijos modulis, pritaikytas veikimui su kitomis platformomis: „Arduino“ ar „Raspberry Pi“;
6. „Raspberry Pi“ – mažas kompiuteris, turintis įvesties/išvesties kištukus. Taip pat naudojamas namų automatizavimui;
7. „Wi-Fi“ – belaidis interneto ryšys;
8. „Ethernet“ – kompiuterinių tinklų technologija skirta vietiniams tinklams;
9. „IR“ (angl. Infrared) – infraraudonųjų spindulių signalas;
10. „IP“ (angl. Internet Protocol) – kompiuterio identifikatorius tinkle;
11. „LED“ (angl. Light-Emitting Diode) – diodas, skirtas šviesai skleisti;
12. „V“ (angl. Volts) – įtampos matavimo vienetas;
13. „A“ (angl. Ampere) – elektros srovės stiprio matavimo vienetas.

Anotacija

Mums, gyvenantiems interneto bei technologijų amžiuje, visuomet kyla poreikis viską automatizuoti ir valdyti savo įrenginius nuotoliniu būdu. Ypač aktuali automatizavimo technologija yra išmanieji namai – gebėjimas valdyti ir automatizuoti elektroninius įrenginius savo namuose. Nors rinkoje yra begalė įvairių produktų siūlančių sklandų įrenginių valdymą nuotoliniu būdu, dauguma jų yra ne visiems prieinami bei pritaikyti pagal poreikį. Šiame darbe bus analizuojamos rinkoje siūlomos išmaniųjų namų technologijos, pasirenkama tinkamiausia platforma ir kuriamas išmaniųjų namų sistemos prototipas, kurio pagalba vartotojas gebės valdyti įrenginius savo namuose nuotoliniu būdu bei stebėti jų būseną. Sistemos prototipui sukurti naudojamas „Arduino“ atviro kodo mikrokontroleris – jutiklių reikšmėms nustatyti ir automatizavimo veiksams atlikti. Taip pat sukurtas internetinis tinklalapis, kuriame yra galimybė valdyti minėtus įrenginius bei matyti jų būseną esamu laiku. Sukurtas prototipas yra valdomas naudojantis internetiniu tinklalapiu ir palaiko poros įrenginių stebėjimą bei nuotolinį valdymą. Tinklalapyje vartotojas geba matyti įrenginių reikšmių istoriją, gauti reikšmes esamu laiku bei pagal nustatytą funkcionalumą juos valdyti.

Summary

Creation of a Smart Home Management System Prototype

All of us live in the age of the internet and technology, with which comes the need to automate and remotely control every device that we own. The most relevant automation technology at this time are smart homes – the ability to control and automate electronic devices in one's household. Those devices can be a HVAC unit, lighting, security system or even a garage/yard gate. Automating these devices allows the users to save money, time and energy, not only making their lives easier, but also allowing them to become more environmentally friendly.

On the other hand, the smart home systems that are currently available in the market are not cheap and are not always adjustable for every user's needs. Because of that, home automation is becoming a bit of a challenge, especially for those who are not willing to invest a lot into their system. But even if the market does not really have any cheap products, there is always an opportunity to create your own home automation system, completely for your own needs, while drastically reducing expenses.

In this thesis, the current open-source smart home systems offered by the market will be analyzed and compared according to price, suitability, whether it's open-source and can be adjustable to every need. The most suitable one will be picked and a system prototype will be

created with which users have the capability to control the appliances in their home and see their status remotely. There will also be some automation showcased in the prototype, on how an HVAC unit automates, adjusting itself to the room temperature.

The purpose of this thesis is to create a smart home management system prototype which would have the capability to be monitored and controlled remotely. This web application will not only allow the user to automate their appliances according to set variables, but also see analytical logs showcased on the web and an action log, which shows whether some action was triggered, either automatically or by the user. The application itself is provided with registration and login options, so the user can securely use their system without having their privacy compromised.

The before mentioned system prototype is created using the “Arduino” open-source microcontroller – for reading sensor values and automating according to them. This platform was picked because of its wide capabilities, considerably cheap price and having sufficient computing power.

Ivadas

Dvidešimt pirmame amžiuje kiekvieną dieną yra išrandama kažkas naujo: naujas algoritmas, patobulinama programinė įranga ar tiesiog unikali sistema. Kad ir kas tai būtų, gyvenimas technologijų plėtros amžiuje yra palaima, kadangi didžioji dalis technologijų yra sukuriamos siekiant suteikti žmogui daugiau patogumų buityje bei darbe. Į biurus ateinantys darbuotojai daugiau nesinaudoja įprastais raktais – užtenka paprasčiausios kortelės [TGC16]. Norint atidaryti vartus nereikia išlipti iš automobilio – tai galima padaryti vienu mygtuko paspaudimu ar net skambučiu. Su elementaria problema, tokia kaip namuose paliktu įjungtu televizoriumi, galima lengvai susidoroti interneto pagalba prisijungus prie savo namų ir išjungti jį vos keliais mygtuko paspaudimais.

Dar prieš 20 metų visa tai atrodė kaip fantastika, bet šią dieną tai yra sparčiai kylanti technologija – išmanieji namai – gebėjimas valdyti ir automatizuoti elektroninius įrenginius savo namuose [ST17]. Be abejo, spektras, ką galima automatizuoti vartotojo namuose, yra labai platus: žaliuzių atidarymas/užsidarymas (pagal paros metą ar saulės šviesos kiekį), malonios kambario temperatūros palaikymas (pagal lauko temperatūros prognozes), automatinis šviesos išjungimas kambaryje, jeigu nieko jame nėra. Yra galimybė namuose įsirengti balso atpažinimo įrangą, kuriai vartotojas gali pateikti komandas ir atitinkamai atlikti veiksmus [Dem15].

Visa tai yra realu, tačiau tam sukurti bei įdiegti reikalingas nemažas kapitalas. Dabartiniu metu ne visi yra pasiryžę investuoti į namų automatizavimą, ypač, jeigu esamas sistemas ar įrenginius reiktų pakeisti naujesniais, norint juos automatizuoti. Taip pat ne visos sistemos yra centralizuotos – veikia kaip atskiri komponentai. Nėra patogu turėti porą platformų, kurias privaloma perjungti norint atlikti tam tikrą veiksmą. Nors rinkos siūlomi produktai tikrai ne kiekvienam prieinami ir pritaikomi, visada yra galimybė pasinaudoti atviro kodo platformomis, padedančiomis automatizuoti įrenginius savo namuose. Jas vartotojas ne tik prisitaiko sau individualiai, bet ir sutaupo nemažą sumą.

Šio darbo tikslas yra sukurti išmaniųjų namų valdymo sistemos prototipą, gebantį atlikti pagrindines daugumos išmaniųjų namų sistemų funkcijas. Kadangi, kaip minėta anksčiau, rinkoje yra begalė platformų pasirinkimų, viena iš užduočių yra atlikti išmaniųjų namų technologijų analizę bei palyginti rinkos siūlomos produktus. Šiam darbui išskelti svarbiausi kriterijai yra, jog technologija būtų atviro kodo – pritaikoma prie vartotojo poreikio, jeigu nesiūlo tam tikrų funkcijų. Taip pat svarbu, jog kaina būtų prieinama, kadangi kai kurios išmaniųjų namų technologijos gali kainuoti daugiau nei 500 eurų.

Palyginus įvairias technologijas bei iškėlus pasirinkimo kriterijus, siekiama suprojektuoti, sukurti bei aprašyti išmaniųjų namų valdymo sistemos prototipą, kuris gebėtų ne tik automatizuoti pasirinktus įrenginius, tačiau ir būti valdomas nuotoliniu būdu. Sistemos prototipą sudarys techninė įranga valdanti prietaisus bei internetinis tinklalapis, kuriuo naudojantis vartotojas gebės stebėti esamą sistemos būseną, peržiūrėti istorinius rodmenis ir valdyti sistemoje pritaikytus įrenginius.

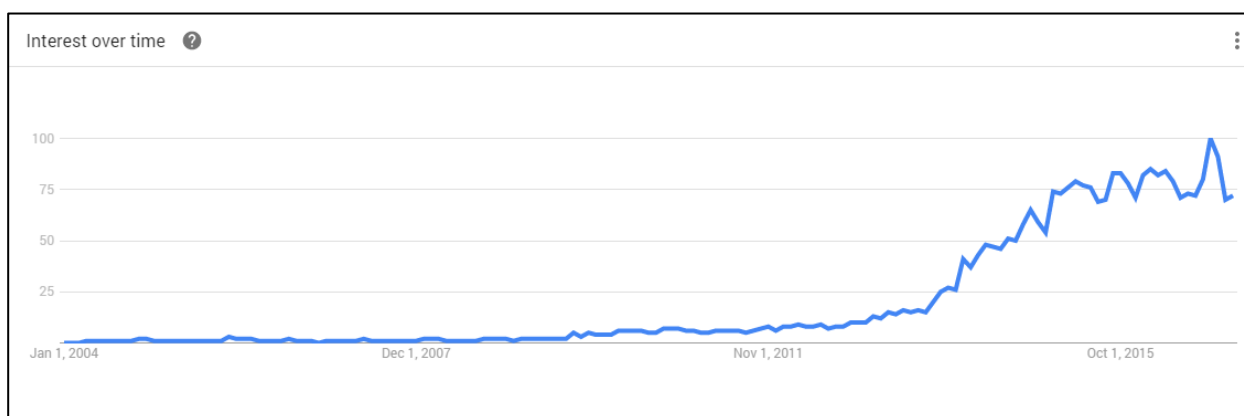
Prototipo kūrimui buvo pasirinktas „Arduino“ atviro kodo mikrokontroleris. Su juo buvo suprojektuotas planuojamasis prototipas su veikiančia vartotojo sąsaja internetiniame tinklalapyje. Prototipas automatizuoja mikroklimato sistemą: temperatūrai nukritus žemiau 15 laipsnių Celsijaus, ji įjungia HVAC įrenginį šildymui iki 22 laipsnių. Taip pat vartotojas gali nurodyti norimą šildymo reikšmę per tinklalapį ir išsiųsti komandą. Taip pat suprojektuotas ir įdiegtas veiksmų bei reikšmių registras, kuriame vaizduojamos ankstesnės sistemos reikšmės bei veikimai. Tinklalapis taip pat pritaikytas vartotojo duomenų saugumui, tad yra suprogramuotas prisijungimo modulis, su slaptažodžių šifravimu. Vartotojas, prisijungęs prie savo paskyros gali jaustis saugus, kad jo duomenys išliks konfidencialūs bei apsaugoti. Taip pat suprogramuotos prisijungimo sesijos, kuomet jei vartotojas prisijungęs į paskyrą ilgiau nei penkioms minutėms, jis yra peradresuojamas į prisijungimo ekraną, reikalaujantį vėl suvesti prisijungimo duomenis. Techninė įranga taip pat nustatyta, jog būtų pasiekama tik per nurodytą prievadą, kuris prototipo atveju yra 8080.

Pirmajame skyriuje bus analizuojamas išmaniųjų įrenginių technologijų atsiradimas, nuo ko visa tai prasidėjo. Aptariami šiuo metu populiariausi išmanieji įrenginiai ir kuo jie yra ypatingi rinkoje. Galiausiai – technologijos naudojamos išmaniems namams bei jų palyginimai. Antrame skyriuje yra kalbama apie projektuojamos sistemos prototipo struktūrą ir kaip ji veiks, išsamiai išdėstomos planuojamos funkcijos bei jų veikimo principai. Trečiame skyriuje bus detalai išdėstoma kiekviena detalė apie prototipą, jo architektūrą, naudojamas technologijas, esamas veikiančias funkcijas, aptariamos veiksmų diagramos bei išvardinamos visos techninės ir programinės įrangos specifikacijos.

1. Išmaniųjų įrenginių technologijų analizė

Išmaniųjų įrenginių pasirodymas paskatino kasdienių daiktų prijungimo prie tinklų koncepciją. Milžiniškas padidėjimas į tinklus prijungtų įvairių įrenginių nulėmė naujo termino – *daiktų internetas* atsiradimą. DI yra sparčiai augantis prietaisų bei objektų tinklas, į kuriuos galima individualiai kreiptis globaliame tinkle, dalintis informacija su žmogaus sąveika, ar be jos. Daiktų interneto koncepcijai subrendus ji sulaukė milžiniško dėmesio inovacijų srityje – prasidėjo įvairių idėjų įgyvendinimai: išmanusis transportas, išmanioji sveikatos priežiūra, išmanioji gamyba bei išmanieji namai [MM12]. Iš pradžių išmaniųjų namų idėja sugalvota siekiant užtikrinti patogesnę įvairių mechanizmų valdymą, toliau ši idėja buvo vystoma ir dėl išmaniųjų įrenginių buityje naudojimo padidėjimo. Dabartiniu metu matoma, jog aukščiau minėta idėja gerokai prasiplėtė: nuo paprastos šviesos įjungimo iki apsaugos, mikroklimato valdymo, nuotoliniu būdu valdomu prietaisų, energiją taupančių sistemų [SDP+14].

Su interneto atsiradimu prasidėjo ir *daiktų* prijungimas prie interneto. Pirmasis šio proceso pavyzdys – Kembridžo universitete darbuotojų prie interneto prijungta kamera, kuri buvo skirta darbuotojams stebėti ar kavos aparate, tikruoju laiku, yra kavos – pavadinimu „Trojan Room Coffee Pot“ [Kes12]. 1990-aisiais metais John Romkey sukūrė pirmąjį internetinį prietaisą – skrudintuvą, kuris galėjo būti įjungtas ir išjungtas interneto pagalba [Rom16]. Galiausiai 1999-aisiais metais Kevin Ashton sugalvojo terminą „Daiktų Internetas“. Toliau besivystant technologijoms bei jų galimybėms, prasidėjo išradimai, tokie kaip išmanusis šaldytuvas, kuris matytų ar jį reikia papildyti produktais, „RFID“ (angl. „Radio Frequency Identification“), identifikatoriai ir kiti. Nuo tada, kai 2012-aisiais metais buvo patvirtintas „IPv6“ protokolas, kilo didelis susidomėjimas daiktų interneto sritimi [ZCL+13]. Tokie industrijos milžinai kaip „Cisco“, „IBM“ bei „Ericson“ pradėjo daug komercinių bei edukacinių iniciatyvų, susijusių su daiktų interneto koncepcija. Žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. pav. 1) – grafike galima matyti termino „Internet of Things“ susidomėjimo lygį nuo 2004 metų, remiantis įmonės „Google“ duomenimis.



pav. 1 - „Internet of Things“ termino susidomėjimas nuo 2004 metų. Šaltinis: „Google Trends“

1.1. Išmanieji namai

Namai yra vieta, kuri kiekvienam asmeniui atstovauja didžiausią gyvenimo investiciją. Juose gali būti randama asmeninė bei konfidenciali informacija, kuri yra be galo svarbi. Tai yra gyvenimo esminė dalis ir jos tobulinimas šioje srityje reiškia didesnę komfortą kiekvienam individui. Žmonės visada bando atrasti naujų būdų padidinti savo komfortą – tai gali būti idėjos, kasdienines užduotis padaryti lengvesnėmis arba iš viso jų atsikratyti. Šiais laikais žmonės gali įdiegti prietaisus savo namuose, kad atliktų tam tikras užduotis. Kai kurie tokio tipo išmanieji įrenginiai turi galimybę būti valdomi nuotoliniu būdu. Tai pašalina būtinybę turėti įrenginį šalia savęs. Išmanieji namai yra tik dar viena iš DI programėlių, kuri išsiskiria savo aktyvumu. Remiantis statistiniais 2014-tųjų metų duomenimis, išmanieji namai yra populiariausia sritis tiek paieškos rezultatų atžvilgiu, tiek paminėjimais socialinėse platformose, tokiose kaip „Twitter“ bei „LinkedIn“, pasauliniu mastu [Lue15].

Nors tai yra milžiniška bei auganti industrija, ji vis dar kupina įvairių skirtingų produktų, ne visada puikiai veikiančių su kitais produktais. Šiuo metu rinkoje yra nemažas pasirinkimas išmaniųjų namų įrenginių, kuriuos galima lengvai įdiegti savo namuose.

- „Nest Learning Thermostat“ – mikroklimato valdymo sistemos priedėlis. Prijungus jį kaip termostatą, vartotojas gali valdyti jį nuotoliniu būdu, taupyti energijos sąnaudas, nustatyti režimus, veikimą pagal apibrėžtą tvarkaraštį ir temperatūros reguliavimą pagal konkrečius poreikius [YN13].
- „Philips Hue“ – išmanaus apšvietimo produktų rinkinys, siūlantis belaidžiu ryšiu valdomas lemputes, esamo apšvietimo valdymo kontrolierius bei kitus įvairius išmanaus apšvietimo produktus [USJ14].
- „Amazon Echo“ – balsu valdoma kolonėlė, gebanti ne tik klausyti vartotojo komandų ir leisti muziką, bet taip pat ir pranešti, kiek yra valandų, kokios šiuo metu oro sąlygos, žinių naujienas ir kitus aplinkos rodiklius. Ši kolonėlė yra populiari, kadangi geba išgirsti komandą net jei šeimininkas yra kitoje kambario pusėje ir net, jeigu tuo metu garsiai groja muzika. Ją taip pat galima sujungti su esamais išmaniais įrenginiais namuose, tokiais kaip anksčiau minėtais „Nest Learning Thermostat“ bei „Phillips Hue“ [Dem15].

Nors rinka ir siūlo įvairius išmaniuosius produktus, jie ne visada tarpusavyje puikiai veikia ir nesusijungia į vieną centralizuotą sistemą. Galima individualiai valdyti savo šviesą, mikroklimato sistemą, apsaugos sistemą – tačiau jos negali sąveikauti tarpusavyje. Pavyzdžiui, kad apsaugos sistema, pamačiusi judesį kambaryje, galėtų įjungti šviesą. Individualiai sąveikaujantys įrenginiai to negali, taigi dėl šios priežasties būtina aptarti technologijas, kuriomis naudojantis galima sukurti

išmaniųjų namų valdymo sistemą pagal savo poreikius, gebančią prijungti tiek esamus išmaniuosius įrenginius, tiek prijungti savus jutiklius bei daviklius.

1.2. Išmaniųjų namų technologijų apžvalga

Norint namus paversti išmaniais ir gebėti savo sistemą plėsti, būtina turėti platformą, kuri būtų centralizuota, savarankiška bei prieinama kainos atžvilgiu. Šiame skyriuje aptarsime šiuo metu rinkoje siūlomus produktus, kurie yra populiariausi ir gali būti savarankiškai įdiegti.

- „Insteon“ – amerikiečių sukurta išmaniųjų namų sistema, kuri šiuo metu yra viena populiariausių. Ji siūlo įvairius produktus pagal kiekvieno poreikį – nuo šviesos/lempų įjungimo/išjungimo, mikroklimato sistemos valdymo, „Wi-Fi“ kamerų, iki kitų įvairių jutiklių. Kiekvienas produktas yra prijungiamas į vieną centralizuotą „Insteon“ sistemą, pavadinta „Insteon Hub“, kuri visus jutiklius ir valdiklius sujungia į vieną infrastruktūrą. Kiekvienas produktas, jutiklis ar valdiklis yra perkami individualiai pagal žmogaus poreikį, taigi vartotojas turi pasirinkimą automatizuoti savo namus pagal savo konkretų poreikį bei kainos prieinamumą [Sin16a]. Nors tai yra puikus produktas, jis nėra prieinamas kiekvienam. Norint bent minimaliai automatizuoti pora įrenginių savo namuose su „Insteon“ sistema, reiktų investuoti daugiau nei 100 eurų. Kalbant tik apie Lietuvos rinką, šiuos produktus reikėtų siųsti iš kitų Europos šalių, kas reiškia daugiau išlaidų.
- „Z-Wave“ – danų sukurtas belaidės komunikacijos protokolas, skirtas namų automatizavimui. Ši technologija pritaikyta gyvenamųjų namų valdymo ir automatizavimo rinkai, siūlo lengvą bei patikimą sprendimą belaidžiu ryšiu valdyti šviesas, mikroklimato, apsaugos, namų kino, baseino, garažo bei kitas sistemas. Visą tai sujungus į centrinę sistemą, pavadinimu „gateway“, viską galima valdyti internetu. „Z-Wave“ buvo suprojektuota, kad gebėtų suteikti patikimą perdavimo ryšį naudojant mažus duomenų paketus su duomenų perdavimo sparta iki 100 kbit/s. Kadangi šio protokolo pralaidumas šiuo metu yra 40 kbit/s, jis yra tinkamas pritaikymui įprastiems jutikliams bei valdikliams. Komunikacijos atstumas tarp individualių komponentų yra apytiksliai 30 metrų, tačiau komponentams gebant dalintis informacija tarpusavyje, tai gerokai padidina atstumą ir to užtenka daugumai gyvenamųjų patalpų [GP10]. Tačiau nors ši sistema taip pat turi begalę produktų, apimančių daugumos žmonių poreikius – naudojantis šia technologija automatizuoti namus nėra pigu. Minimalus rinkinys kainuoja bent 80 eurų, neįskaičiavus siuntos kainos.
- „X10“ – dar vienas komunikacijos protokolas, skirtas elektroninių įrenginių automatizavimui namuose. Jis ypatingas tuo, jog naudoja esamas elektros linijas įrenginių valdymui, kuomet trumpas radijo ryšio signalas siūnčia skaitmeninę informaciją. Nors ši technologija buvo suprojektuota dar 1975-aisiais metais Škotijoje ir šiuo metu yra daug didesnės spartos

alternatyvų, „X10“ vis vien yra pasaulyje populiari namų automatizavimo sistemoje [Sin16b]. Ši technologija buvo populiariausia tuomet, kai belaidės technologijos dar nebuvo tiek išsivysčiusios, tačiau dabar jos populiarumas mažėja dėl funkcionalumo bei greičio stokos. Šios technologijos diegimas stipriai priklauso nuo diegiamos vietos elektros instaliacijos, ji taip pat įprastu diegimu geba tik valdyti, tačiau ne stebėti. Tai reiškia, jog ji geba tik įjungti ir išjungti šviesą, tačiau nežino kokia jos būseną yra šiuo metu.

- „ZigBee“ – tai yra pigus, reikalaujantis mažai energijos belaidžio tinklo standartas, skirtas plataus spektro projektams, kuriems reikalingas ilgas baterijos veikimo laikas belaidžio valdymo bei stebėjimo tikslams. Ši specifikacija yra suprojektuota, kad būtų pigesnė ir paprastesnė nei kitos belaidžių tinklų alternatyvos kaip „Bluetooth“ ar „Wi-Fi“. Ši technologija išmaniuosiuose namuose pritaikoma belaidžiuose šviesos jungikliuose, elektriniuose matavimų prietaisuose, eismo valdymo sistemose bei kitose komerciniuose bei industriniuose projektuose, kuriems reikalinga riboto atstumo bei greičio belaidis duomenų apsikeitimas. Šios technologijos mažos energijos reikalavimas riboja duomenų perdavimo atstumą 10-100 metrų intervale, priklausomai nuo aplinkos charakteristikų [CH16]. Namų automatizavimui tai yra puikus pasirinkimas, tačiau vienas svarbus trūkumas yra, kad žmogus diegiantis sistemą su šia technologija privalo turėti techninių žinių. „ZigBee“ technologijos moduliai taip pat veikia su kitomis platformomis kaip „Arduino“ ar „Raspberry Pi“, kurios taip pat bus aptartos. Šie moduliai įprastai vadinami „Xbee“. Įprastą „Xbee“ pradinį modulių rinkinį galima įsigyti už ne daugiau nei 70 eurų.
- „Arduino“ – nors tai nėra tam tikras komunikacijos protokolas ar sistema skirta namų automatizavimui, tai yra populiari techninės bei programinės įrangos kūrimo platforma, skirta kurti skaitmeninius prietaisus, kurie turi jutiklius ir geba valdyti fizinius objektus. Įvairios šios platformos mikroprocesorių plokštės turi daug skaitmeninių ir analoginių įvesties/išvesties kištukų, su kuriais galima susieti kitas plokštes, jutiklius, valdiklius ar kitus papildinius. Šios plokštės yra programuojamos „C“ arba „C++“ programavimo kalbomis ir kodas įkeliamas per „USB“ jungtį [Bru11]. „Arduino“ bendruomenė nuo savo pradžios 2005-aisiais metais surinko nemažą bendruomenę žmonių, kurie naudojami šia platforma, dalinasi savo kūriniais ir kodais, plėsdami ne tik savo žinias, bet ir visos bendruomenės. Dabartiniu metu šioje platformoje galima rasti begalę atviro kodo projektų skirtų namų automatizavimui, valdymui, stebėjimui. Palyginus su anksčiau minėtomis technologijomis, ši platforma yra ko gero pigiausia, kadangi namų automatizavimui tereikia pačios plokštės, internetinio ryšio priedėlio ir bet kokių kitų jutiklių/valdiklių, kurie yra ganėtinai pigūs. Vėlgi, automatizuoti namus su šia platforma būtų ganėtinai sudėtinga žmogui, kuris neturi techninių ar elektronikos žinių. Pačią plokštę

Lietuvoje galima įsigyti už vos 23 eurus, o visi norimi jutikliai ir valdikliai gali būti integruoti į sistemą taip pat ganėtinai pigiai.

- „Raspberry Pi“ – tai yra serija kredito kortelės dydžio kompiuterių suprojektuotų Didžiojoje Britanijoje. Priedai kaip klaviatūra ar pelė perkami atskirai, tačiau juos galima prijungti į mažąją plokštę ir monitoriaus pagalba naudoti kaip tikrą kompiuterį. Šio kompiuterio plokštės atmintis yra tarp 256 MB iki 1GB RAM, yra integruoti „Ethernet“ bei „SD“ kortelės kištukai. Šis kompiuteris programuojamas „Python“ arba „Scratch“ programavimo kalbomis ir yra naudojamas labai įvairiose srityse – švietime, namų automatizavime, komercinių produktų kūrimo [Dac13]. Ši plokštė populiari namų automatizavimo srityje, nes jai nereikia papildomų priedėlių prisijungimui į internetą ir ji, iš tiesų, turi galingesnį procesorių bei daugiau atminties. Nors ja naudotis taip pat reikia techninių bei elektronikos žinių, ji yra viena iš pigesnių alternatyvų – kainuoja 49 eurus.

Šios technologijos yra vienos populiariausių šiuo metu rinkoje, nors, be abejo, įmanoma surasti ir kitų. Nors pasirinkimas iš tiesų didelis, šiame darbe pasirenkama platforma, kuri atitiktų apsibrėžtus kriterijus. Vienas iš kriterijų yra kaina – norint kurti sistemą ir ją vystyti, reikia atsižvelgti kiek pinigų į tai reikės investuoti. Žemiau pateiktoje lentelėje (žr. lentelę nr. 1) matote minimalią kainą, kurią reiktų investuoti kuriant išmaniųjų namų valdymo sistemą. Minimali kaina nustatoma pagal technologijos pagrindinės sistemos kainą – „Insteon“ atveju tai būtų „Insteon Hub“, o „Arduino“ atveju tai būtų „Arduino Mega“ plokštė. Pavyzdžiui „X10“ technologija net neturi centralizuotos sistemos, tad jai bus priskiriama rinkinio kaina.

Pavadinimas	Kaina	Dalis
„Insteon“	100 EUR	„Insteon Hub“
„Z-Wave“	80 EUR	„SmartThings Hub“
„X10“	66 EUR	„Activehome Automation Kit“
„ZigBee“	100 EUR	„XBee Gateway - ZigBee to Ethernet“
„Arduino“	21 EUR	„Arduino Mega 260 R3“
„Raspberry Pi“	49 EUR	„Raspberry PI 3 (Model B 1G)“

Lentelė Nr. 1 Skirtingų technologijų pradinių kainų palyginimas

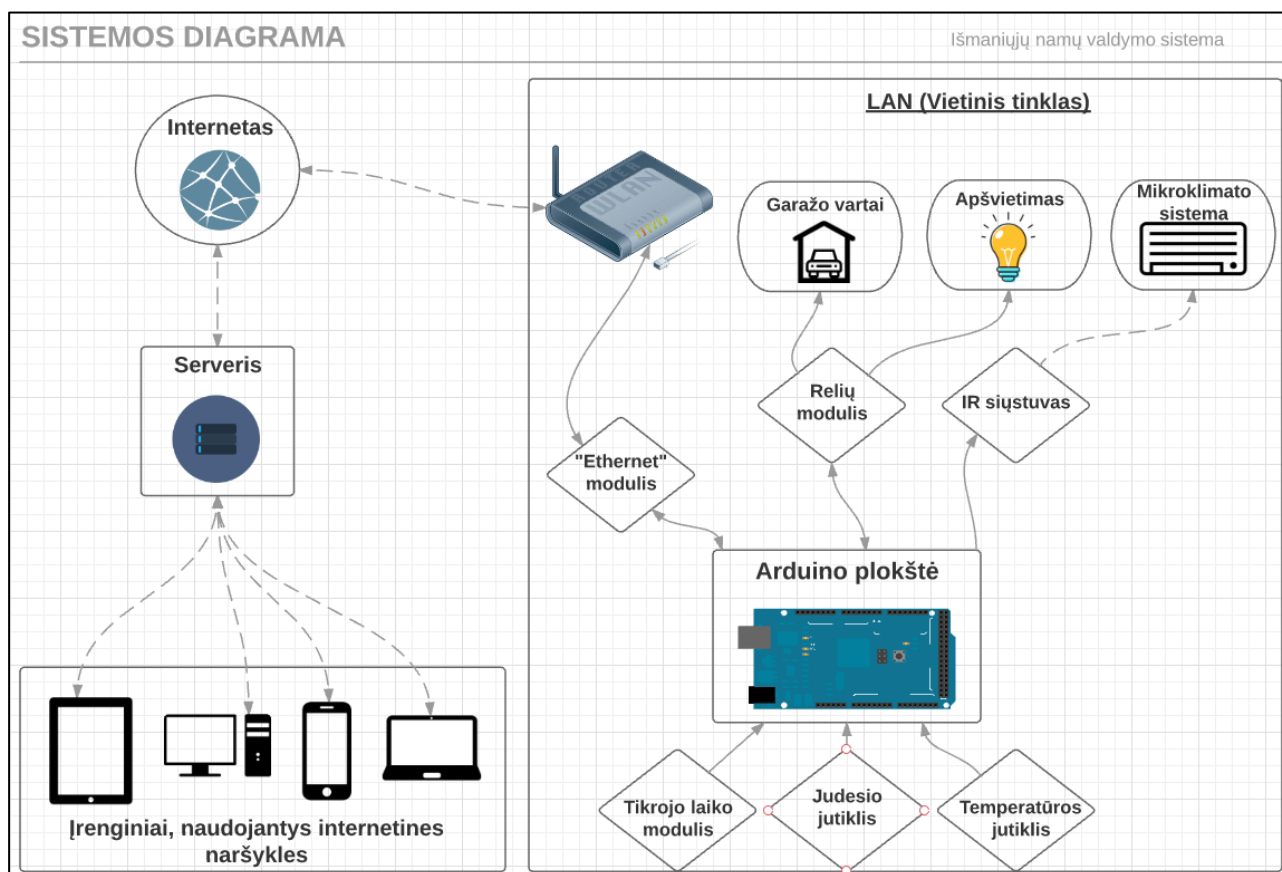
Atsižvelgus į pradinę kainą ir įsigilinus į technines galimybes (ar technologija yra atviro kodo), šiam projektui buvo pasirinkta sistemą vystyti naudojant „Arduino“ platformą. Nors jos kompiuterinė galia ribota, ji turi pakankamą kiekį įvesties/išvestis kištukų, lengvą programavimo platformą bei yra tikrai prieinamos kainos.

2. Sistemos struktūra

Viena pagrindinių išmaniųjų namų valdymo sistemos ypatybių yra informacijos dalijimasis su išorine duomenų baze. Būtent ši ypatybė leidžia nuotoliniu būdu stebėti visos sistemos veikimą bei, esant poreikiui, ją valdyti. Duomenų bazėje esanti informacija yra atvaizduojama internetiniame tinklalapyje, kad vartotojas galėtų stebėti išmaniųjų namų įrenginių būseną.

Pagrindinė plokštė periodiškai renka informaciją iš kiekvieno jutiklio ir apskaičiuoja ar reikalingi veiksmai pagal vartotojo nurodytus kriterijus. Taip pat vartotojas gali matyti pastaruosius jutiklių rodmenis ir valdyti įrenginių būseną. Plokštė, gavusi užklausa pakeisti įrenginio būseną, keičia ją priklausant nuo nurodyto įrenginio. Šios sistemos atveju, garažo vartai bei apšvietimas valdomi per relių modulį, tačiau mikroklimato sistema yra valdoma per „Infrared“ siųstuvą, siunčiant komandas tiesiogiai naudojant infraraudonuosius spindulius.

Nors sistemos apimtis gali būti ženkliai išplėsta, šiame projekte apsiribojama valdyti po vieną, trijų skirtingų tipų įrenginį – garažo vartus, apšvietimo lempuotę bei mikroklimato sistemą. Papildant šį darbą, sistema gebės valdyti ir namų duris, žaliuzes, televizijos aparatūrą, šiltnamio laistymo sistemą bei viską valdyti balsu, tačiau tam prireiktų kur kas daugiau analizės bei laiko, taigi šios galimybės paliekamos darbo vystymo planams. Žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. pav. 2) vizualiai pateikta šio darbo sistemos veikimo diagrama bei kaip kiekvienas komponentas yra sujungtas tarpusavyje.



pav. 2 - Sistemos veikimo diagrama

2.1. Prototipo funkcionalumas

Sistemos pagrindinės funkcijos yra išskaidytos į dvi atskiras grupes: stebėjimą (angl. „Monitoring“) – gebėjimas matyti apsibrėžtų įrenginių būseną arba grąžinamas reikšmes, ir valdymą (angl. „Control“) – galimybė valdyti įrenginius pagal vartotojo nurodymus, nuotoliniu būdu. Išskaidžius visas sistemos funkcijas į šias dvi grupes yra aiškiai matoma viso projekto apimtis. Kadangi pasirinktų trijų įrenginių tipų valdymas padarytas skirtingais būdais, ne visi įrenginiai šiame darbe gali būti visiškai manipuluojami.

Atskirų rolių/teisių šioje sistemoje neprireikė, kadangi vartotojas savo sistemą valdo visiškai savarankiškai, neprireikiant papildomų funkcijų skirtingoms rolėms. Norint kad sistema veiktų, vartotojas tiesiog privalo prisijungus įrašyti savo sistemos statinį IP adresą. Taip pat sistemos modulio būvimo vietoje būtinas ir maršrutizatoriaus konfigūravimas. Kadangi sistema priima komandas naudojant „8080“ prievadą, būtina jį atidaryti ir nukreipti į vietinį „Arduino“ IP adresą. Visą tai atlikus bei patikrinus ryšį, galima laisvai naudotis sistema.

2.2. Stebėjimo funkcijos

Įrenginių būsenos žinojimas yra viena iš esminių išmaniųjų namų valdymo sistemos funkcijų, kadangi be jos visa sistema negalėtų sklandžiai veikti, ypač, jeigu įrenginiai, tokie kaip šviesos, yra valdomi ne tik naudojantis sistema nuotoliniu būdu, bet ir fiziškai naudojant jungiklius. Įrenginiai, kuriuos siekiama stebėti šioje sistemoje:

- Apsaugos sistema – stebi koku metu bei kurioje zonoje aptikti judesiai. Įdiegus šią funkciją, galime manipuluoti kitus įrenginius priklausant nuo to ar kas nors tuo metu yra namuose. Šiame darbe vartotojas geba įjungti apsaugos sistemą tinklalapyje ir tuomet, jeigu judesio jutiklis aptinka judesį, galima išsiųsti el. paštą vartotojui. Jeigu judesio jutiklis būtų įtaisytas privataus namo išorėje, aptikus judesį yra numatyta funkcija antro aukšto šviesos įjungimui, imituojant, jog kažkas yra namie. Tai, be abejo, yra tik pirminė viso apsaugos modulio versija.
- Apšvietimo būseną – stebi ar šviesos, kurios yra integruotos į sistemą, yra įjungtos ar išjungtos.
- Temperatūra – naudojant šį funkcionalumą yra manipuluojama visa mikroklimato sistema ir palaikoma optimaliausia namų temperatūra. Jei būtų stebima ir vidaus, ir lauko temperatūra, būtų galimybė netgi pamatuoti patalpos šilumos laidumą pagal oro sąlygas. Taip pat gebame matuoti per kokį laiką kinta vidaus temperatūra esant įjungtam šildymui ar išjungtam. Šiuo metu temperatūra yra tikrinama kas 10 minučių, kadangi trumpo laikotarpio pokyčiai nėra aktualūs. Taisyklingai temperatūrai nuskaityti, labai svarbu jutiklį laikyti taisyklingoje kambario vietoje. Nepatartina jį laikyti aukštoje

kambario vietoje bei prie bet kokio šilumos šaltinio, kadangi tuomet jutiklis gali rodyti temperatūrą, kuri neatitinka tuometinės viso kambario temperatūros.

- Garažo vartų būseną – matoma ar jie šiuo metu yra atidaryti ar uždaryti. Kiekvieną kartą kuomet vartotojas manipuliuoja vartus nuotoliniu būdu arba su pulteliu, į serverį išsiunčiami pokyčio duomenys.
- Veiksmų/pokyčių registravimas – visi sistemos atlikti automatiniai veiksmai bei vartotojo atlikti rankiniai veiksmai yra registruojami ir saugomi. Taip pat yra registruojamos visos jutiklių reikšmės, jeigu jos keičiasi. Šiame darbe reikšmės tiesiogiai siunčiamos į duomenų bazę, tačiau ateityje planuojamas ir vietinis saugojimas duomenų laikmenoje.
- Elektroninio pašto pranešimai – pagal vartotojo nurodymus siunčiami pranešimai. Pavyzdžiui, jeigu temperatūra nusileidžia žemiau 15 laipsnių Celsijaus – jam yra išsiunčiamas nustatytas pranešimas. Tą patį galima integruoti su visais kitais jutikliais. Šiuo metu šią funkciją atlieka serveris, kuris gavęs naujas reikšmes jas tikrina, ir jeigu duomenys atitinka iškeltą sąlygą – išsiunčiamas nustatytas šablonas į vartotojo nurodytą elektroninį pašta. Sistemos papildyme yra numatytas kur kas patogesnis būdas: siunčiamos trumposios SMS žinutės, kaip įspėjamieji pranešimai, apsaugant nuo atvejų kuomet yra dingęs internetas ir elektroninio pašto pranešimų vartotojas gauti negalėtų.

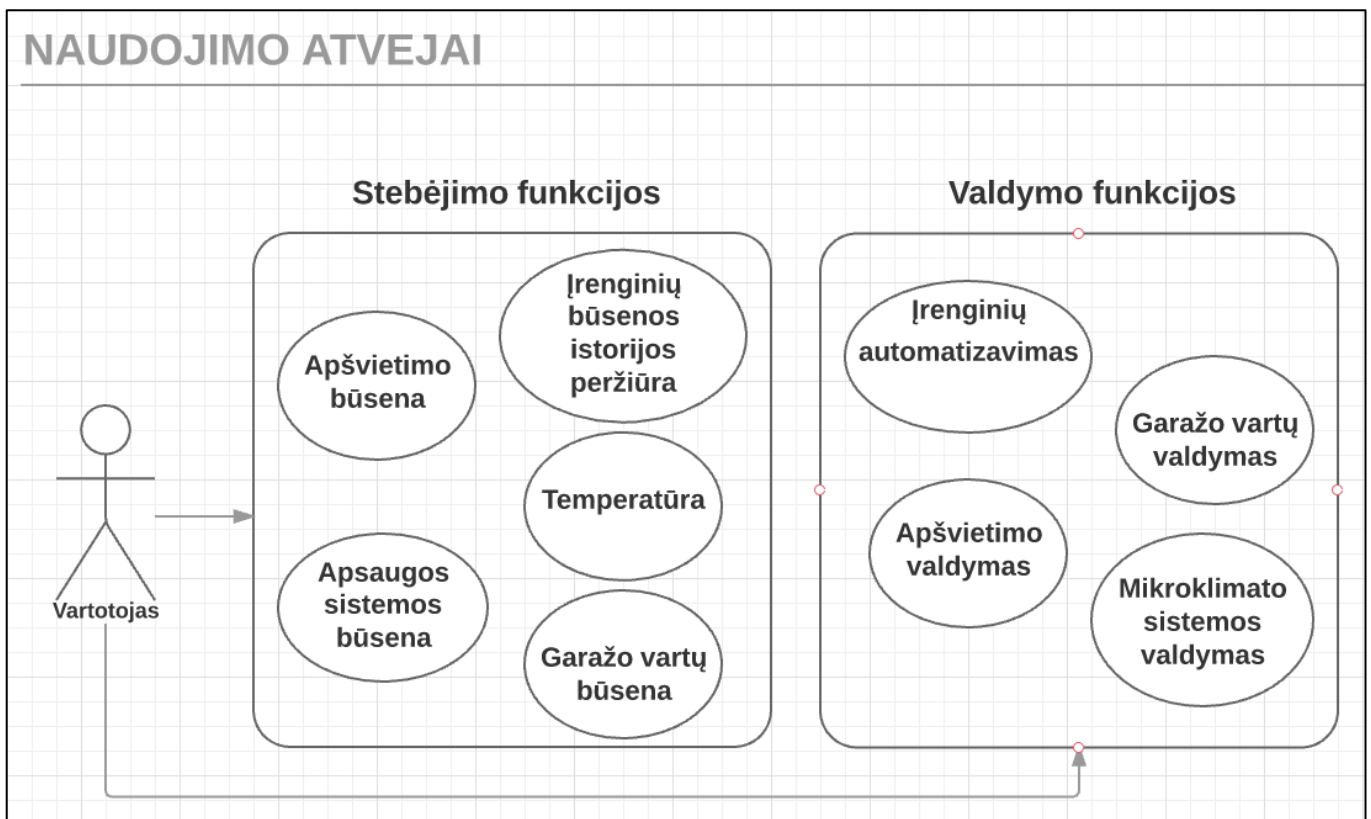
2.3. Valdymo funkcijos

Didžioji dalis valdymo funkcijų ženkliai priklauso nuo stebėjimo funkcijų veikimo, ypač, jeigu jos yra automatizuotos. Kadangi mes norime vartotojui suteikti galimybę valdyti įrenginius nuotoliniu būdu, privalome žinoti iš kokios būsenos, į kokią būseną keičiame. Kai kurioms valdymo funkcijoms mes perduodamas ne tik paprastas įjungimo/išjungimo parametras, bet pavyzdžiui, mikroklimato sistemai suteikiama taip pat ir pageidaujama temperatūra. Plečiant sistemos įrenginių apimtį, tokia funkcija tikrai bus reikalinga. Nors su anksčiau pateiktomis stebėjimo funkcijomis valdymo funkcijų galime atrasti daug, šiame projekte valdymo apimtis yra žemiau išvardinti komponentai:

- Garažo vartai – atidaryti arba uždaryti vartus gavus komandą. Siunčiamas tik vienas parametras ir gaunamas atsakas ar veiksmas atliktas sėkmingai.
- Apšvietimas – įjungimas ir išjungimas. Sistemoje šiuo metu prijungta viena įprasta lemputė, kurią sistema privalo valdyti.
- Apsaugos sistema – yra galimybė perspėti vartotoją apie judesį namuose, kuomet nieko neturėtų būti. Taip pat numatyta galimybė įjungti/išjungti šviesas pagal pateiktoje zonoje esantį judesį. Apsaugos sistema šiuo metu gali būti įjungžiama tik per internetinį tinklalapį, bet taip pat planuojamas papildinys, kuomet sistemą būtų įmanoma įjungti ir fiziškai.

- Mikroklimato sistema – palaikymas optimalios namų temperatūros. Taip pat puikus būdas sutaupyti, kad nebūtų šildoma kuomet nieko nėra namuose. Puikus sistemos pritaikymas yra sodybose, kuriose nėra gyvenama. Įprastai žmonės jas šildo nors jų ten nėra, vengiant, kad užšaltų patalpos vamzdžiuose esantis vanduo žiemos metu. Tai galima lengvai išspręsti įdiegus mikroklimato sistemą, kuri palaikytų nustatytą temperatūrą, sutaupant nemažai energijos bei pinigų ankščiau išleistų nebūtinam šildymui.
- Įrenginių automatizavimas – su esamomis stebėjimo funkcijomis galima sukurti naujų, tiek diegiant naujus jutiklius, tiek naudojant esamus. Šiuo metu papildomos automatizavimo funkcijos gali būti pridedamos tik programavimo būdu, tačiau ateityje numatyta ir įrenginių automatizavimo galimybė nuotoliniu būdu. Tai bus padaryta tinklalapyje pasirenkant „įvykį“ bei „taisyklę“ kuomet ji galioja. Svarbu pabrėžti, jog šiuo metu automatizuoti įrenginiai yra pritaikyti konkrečios patalpos poreikiams, tad reikia turėti omenyje, jog ne visos funkcijos yra reikalingos kiekvienai patalpai.

Valdyti įrenginius yra sudėtingiausia dalis, kadangi kiekvienoje patalpoje gali būti skirtingas įrenginių išdėstymas, diegimo planas bei įrenginių modeliai. Žemiau pateiktame paveikslėlyje (žr. pav. 3) galima matyti išskaidytas funkcijas, pagal joms priskirtas grupes.



pav. 3 - Sistemos naudojimo atvejai

3. Prototipo architektūra

Išmanaus namo valdymo sistema yra sudėta iš daugelio komponentų, dirbančių tarpusavyje, kad pasiektų geriausią rezultatą. Tačiau norint kokybiškai perteikti kaip visa tai veikia, būtinas aprašymas tiek bendras visos sistemos veikimo, tiek individualių komponentų veikimo.

Šios sistemos branduolys yra „Arduino“ mikrokontroleris, kuris atlieka visas pagrindines sąlygas, skaičiavimus bei informacijos siuntimą/gavimą. Kadangi „Arduino“ neturi integruotos interneto plokštės, šiam projektui buvo naudojamas ENC28J60 „Ethernet“ modulis, kad būtų galimybė dalintis informacija su vartotoju bei serveriu. Turint šiuos du esminius komponentus, maketavimo plokštės pagalba yra prijungiami jutikliai – DS18B20 temperatūros jutiklis bei GH-718C judesio jutiklis. Taip pat prie plokštės prijungiama išpėjamoji raudona LED lemputė bei DS1307 tikrojo laiko modulis.

Žemiau pateiktoje lentelėje (žr. lentelę nr. 2) nurodomi visų esminių komponentų modeliai, specifikacijos bei planuojamas pritaikymas sistemos prototipe.

Pavadinimas	Modelis	Specifikacija	Pritaikymas
Arduino mikrokontroleris	Arduino Mega	Atmega 260 16MHz, 256Kb Flash, 8Kb SRAM	Pagrindinė loginė plokštė. Apdoroja duomenis iš visų šaltinių ir atlieka nustatytus atitinkamus veiksmus
„Ethernet“ modulis	ENC28J60	8 Kb Buffer RAM, SPI, 25 Mhz	Plokštė skirta prisijungimui į internetą ir bendravimui su vartotoju bei duomenų baze.
Temperatūros modulis	DS18B20	Apimtis: -55°C to +125°C. Tikslumas: ±0.5°C	Temperatūros jutiklis naudojamas skaityti esamo vietos temperatūra.
Judesio jutiklis	GH-718C	Maks. 7 m., 110 laipsnių kampas	Nustatytose vietose skaito ar randamas judesys, grąžina atitinkamą kintamąjį.
IR („Infrared“) siūstuvai	LED IR 38KHz	Įtampa: nuo 2.5V iki 5.5V	Infraraudonųjų spindulių siūstuvai, skirtas šiame projekte naudojamai mikroklimato sistemai.
Relių modulis	HL-52S	2 relės, 7A/240VAC	Modulis skirtas 220 V įtampos įrenginiams valdyti, tokiems kaip šviesa.
Raudona LED lemputė	YSL-R531R3D-D2	Stipris: 16-18 mA, Įtampa: 2 V	Įprasta LED lemputė ant fizinės plokštės, skirta išpėjimams.
Tikrojo laiko modulis	DS1307	56B SRAM	RTC modulis skirtas Arduino plokštei turėti autonomišką laiką, tiek registravimui tiek veiksmų planavimams.

Lentelė Nr. 2 - Projekte naudojamų dalių sąrašas su specifikacijomis.

3.1. Techninės įrangos specifikacija

Aprašyta techninė įranga yra naudojama išmaniųjų namų valdymo sistemos prototipo sukūrimui. Šių dalių specifikacijų užtenka funkcijų veikimui įrodyti ir vėliau plėsti projektą, prijungiant daugiau įrenginių. Visos naudojamos dalys geba veikti temperatūros intervale nuo -45 iki 80 laipsnių Celsijaus, tad sistema gali būti diegiama ne tik šildomose patalpose.

Sistemos kūrimo laikotarpiu visa sistema nebuvo lituojama ant „PCB“ plokštės, bet dėliojama ant maketavimo plokštės. Pagrindinė „Arduino“ plokštė įjungžiama į 12V 1A maitinimo šaltinį, nors yra galimybė ją palaikyti ir baterijomis. Užtikrinus maitinimą į pagrindinę plokštę, prijungiame „Ethernet“ modulį tiesiogiai į plokštę ir prijungiame interneto laidą su „RJ45“ kištuku į modulį. Užtikrinus interneto ryšį, visos kitos detalės jungiamos į maketavimo plokštę. Temperatūros modulį sujungiame su 5V maitinimu ir įžeminimu, minėtas jungtis perskiriant 47K omų rezistoriumi, ir trečiąją modulio jungtį prijungiame prie pasirinktos pagrindinės plokštės išvesties jungties. IR siųstuvui prijungti taip pat būtinas rezistorius, tik šį kartą 330 omų. Judesio jutikliui rezistorius nebūtinus, tad jį prijungiame tik į maitinimą, įžeminimą ir į pasirinktą plokštės jungtį. Tikrojo laiko modulis reikalauja abiejų maitinimo jungčių bei dviejų analoginių „SDL“ bei „SDA“ jungčių. Relių moduliui būtinas maitinimas bei po jungtį kiekvienai relei, mūsų atveju – dviejų. Ir galiausiai prijungiame išpėjamąją LED lemputę prie vienos iš jungčių bei įžeminimo.

Visus komponentus prijungus prie maketavimo plokštės bei paskirsčius reikiamas jungtis Arduino plokštei, galime tęsti darbą programuojant įvestis ir išvestis. Nors plokštė jungčių turi nemažai – tam tikri moduliai reikalauja specifinių jungčių, priklausomai nuo pagrindinės plokštės modulio. Modulio jungtys nurodomos eilės tvarka ir atitinkamai aprašomos Arduino plokštės jungtys, kurios su jomis sujungiamos. Kadangi 5V įtampos reikalauja daugiau modulių nei yra jungčių, keli įrenginiai sujungti su skaitmeninėmis jungtimis, kurios teikia pakankamą įtampą. Žemiau pateiktoje lentelėje (žr. lentelę nr. 3) galima rasti visų minėtų jungčių pasiskirstymą.

Modulis	Modulio jungtys	Arduino jungtys
„Ethernet“ modulis	3.3V, GND, SCK, CS,SI,SO	3.3V, GND, D52,D53,D51,D50
Temperatūros modulis	GND, DATA,5V	GND, D2, 5V
IR („Infrared“) siųstuvai	GND, DATA	GND, D9
Judesio jutiklis	VCC, DATA, GND	5V, D8, GND
Tikrojo laiko modulis	GND, VCC, SDA, SCL	GND, 5V, D20 (SDA), D21 (SCL)
Relių modulis	VCC, DATA1,DATA2, GND	5V, A0,A1, GND
Raudona LED lemputė	GND, DATA	GND, D13

Lentelė Nr. 3 - Modulių jungčių pasiskirstymas su pagrindine plokšte.

3.2. Vartotojo sąsaja

Sistema gali atlikti begalę funkcijų bei automatizavimo darbų, tačiau ji yra bevertė, jeigu vartotojas negali ja tiesiogiai naudotis pagal poreikį. Būtent dėl to yra kuriama vartotojo sąsaja – platforma, kuria naudojantis galime bendrauti, konfigūruoti, stebėti turimą techninę įrangą. Kadangi išmaniųjų namų valdymo sistema ne tik atlieka įrenginių automatizavimo, valdymo bei stebėjimo funkcijas, bet taip pat ir siunčia visus duomenis į išorinę duomenų bazę, naudojantis ja šiame darbe sukurtas internetinis tinklalapis, kurį vartotojas naudos sistemos valdymui.

Į internetinį tinklalapį patekęs vartotojas iš pradžių turi užsiregistruoti ir po to nustatyti savo išmaniosios valdymo sistemos viešąjį IP adresą bei savo įrenginio identifikatorių. Atlikus šiuos veiksmus, prisijungęs vartotojas gebės matyti savo įrenginio grąžinamas reikšmes, veiksmų istoriją bei valdymo skydą. Valdymo skyde (žr. pav. 4) nurodomi valdymo funkcijų klavišai, kuriuos naudojant siunčiamos komandos į nurodytą išmaniojo namo valdymo sistemą. Atlikus kurį nors veiksmą – pranešama ar išsiųsta komanda yra įvykdyta, ar įvyko kokia nors klaida komandos siuntimo metu. Taip pat vartotojas turi galimybę peržiūrėti visus sistemos atliktus veiksmus bei grąžintas reikšmes per visą veikimo laikotarpį, atvaizduojant duomenis lentelėse (žr. pav. 5). Taip pat yra galimybė ieškoti norimos reikšmės ar veiksmo, pagal bet kokį kintamąjį – reikšmę, datą, veiksmą ar režimą. Be abejo, vartotojo sąsaja dar gali būti ženkliai patobulinta tiek dizaino, tiek funkcionalumo aspektu, tačiau šiame darbe prioritetas taikomas aprašyto funkcionalumo įgyvendinimui.

The screenshot shows the 'houseControl' web interface. At the top, there are navigation tabs: 'STEBĖJIMAS', 'VALDYMAS', and 'REGISTRAS'. Below these are three main control panels:

- Mikroklimato valdymas:** Includes buttons for 'Įjungti AUTO režimą', 'Išjungti AUTO režimą', and 'Tiesiogiai gauti temperatūrą'.
- Garažo valdymas:** Includes buttons for 'Atidaryti garažą', 'Uždaryti garažą', and 'Gauti garažo būseną'.
- Apšvietimo valdymas:** Includes buttons for 'Įjungti šviesą', 'Išjungti šviesą', and 'Gauti apšvietimo būseną'.

Below the control panels is a log table with the following data:

ID	DateStamp	Device	Action
36	2017-01-13 02:02:08	HVAC	AutoOf
35	2017-01-13 02:02:05	HVAC	AutoOn
34	2017-01-13 02:01:31	Light	on
33	2017-01-13 02:01:28	Light	off
32	2017-01-13 02:01:22	Garazas	off
31	2017-01-13 02:01:19	Garazas	on
30	2017-01-13 02:01:17	Garazas	off

Pav. 4 - Išmanaus namo valdymo sistemos internetinis tinklalapis – valdymo skydas.

The screenshot shows the 'houseControl' web interface. At the top, there are navigation tabs: 'STEBĖJIMAS', 'VALDYMAS', and 'REGISTRAS'. The main heading is 'Temperatūra'. Below the heading, there is a 'Show 10 entries' dropdown and a search box. The main content is a table with the following data:

ID	Data ir Laikas	Režimas	Temperatūra
2199	2017-01-13 02:00:08	auto	5.31
2198	2017-01-13 01:58:42	auto	5.31
2197	2017-01-13 01:57:20	auto	5.31
2196	2017-01-13 01:55:08	auto	5.31
2195	2017-01-13 01:53:24	auto	5.31
2194	2017-01-13 01:51:17	auto	5.31
2193	2017-01-13 01:50:42	auto	5.31
2192	2017-01-13 01:40:42	auto	5.31
2191	2017-01-13 01:36:32	auto	5.31

Pav. 5 - Išmanaus namo valdymo sistemos internetinis tinklalapis – registrų skydas.

3.3. Internetinio tinklalapio specifikacija

Pagrindinė vartotojo sąsaja – išmanaus namo valdymo sistemos internetinis tinklalapis yra patalpintas „Linux“ operacinės sistemos serveryje. Platforma su duomenų baze apsieičia duomenimis naudojant „mysql 5.5.52-cll“ reliacinių duomenų bazių valdymo sistemą bei „PHP 5.4.45“ dinaminę programavimo kalbą. Visa tinklalapio struktūra bei turinys parašyti naudojant „HTML“ programavimo kalbą bei „Bootstrap 3.3.7“ CSS karkasą. Visi kiti vizualūs efektai bei duomenų apdorojimas vykdomas „Javascript“, biblioteka „jQuery 3.1.1“ bei lentelių apdorojimo biblioteka „Datatables 1.10.13“.

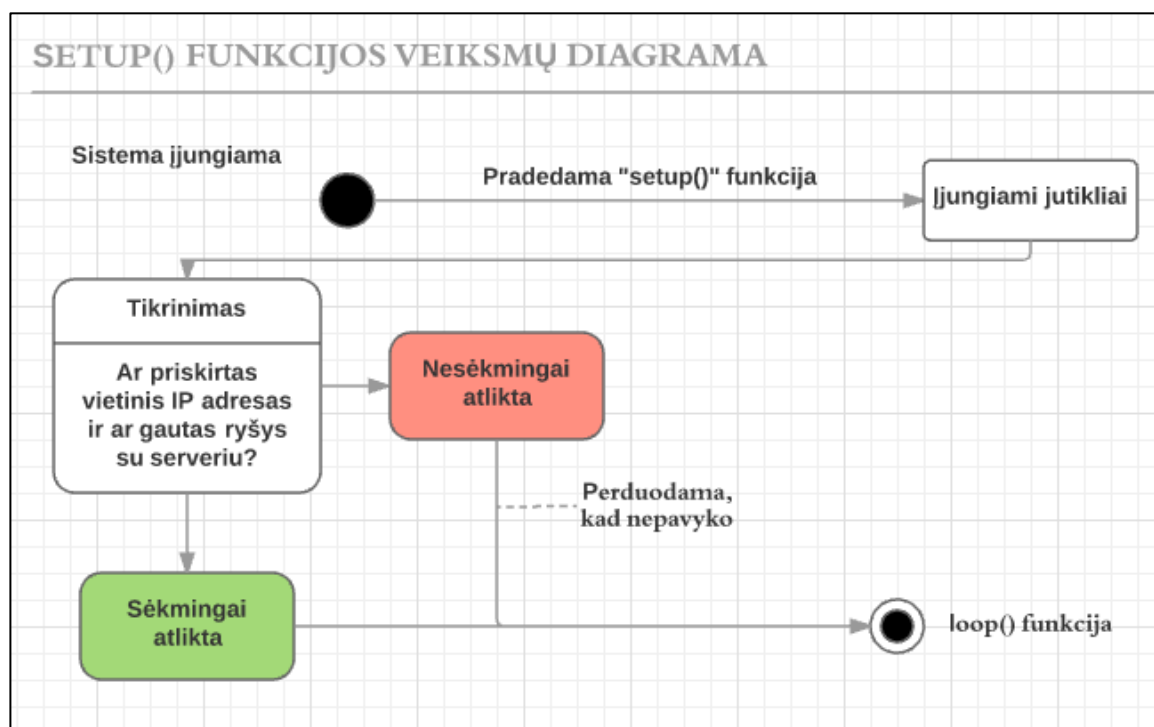
Dėl saugumo reikalavimų tinklalapyje taip pat buvo integruotas prisijungusio kliento sesijos tikrinimas – jeigu vartotojas prisijungęs daugiau nei penkias minutes, jo sesija bus laikoma pasibaigusia ir jis bus peradresuotas į prisijungimo puslapį. Visos puslapio siunčiamos užklausos į serverį bei pačią išmanaus namo sistemą yra vykdomos GET metodu, kadangi POST metodo apdoroti sistema dar nesugeba, nors tai yra numatyta ateityje. Šiuo metu užklausos yra siunčiamos naudojant „AJAX“ technologiją.

Visi duomenys apie vartotojus, jų duomenis, įrenginių IP adresus, identifikatorius bei visas reikšmes yra saugomi išorinėje duomenų bazėje. Taip pat yra imtasi papildomų veiksmų apsisaugant nuo „SQL injection“ išnaudojimų, kadangi šioje sistemoje visi duomenys yra ganėtinai jautrūs. Užsiregistravusio vartotojo slaptažodis prieš jį išsaugojus duomenų bazėje yra apsaugomas „hashing“ technologija, kad niekas kitas negalėtų gauti jo slaptažodžio, net pavykus patekti į duomenų bazę.

3.4. Veiksmų aprašymas

Aptariant prototipo veikimą, svarbu įsigilinti ne tik į bendrą funkcionalumą ar internetinio tinklalapio veikimą, tačiau ir į užduočių seką, kuri įvyksta atlikus tam tikrą veiksmą. Šiame prototipe veiksmas inicializuojamas dviem būdais – vartotojui išsiunčiant užklausą iš internetinio tinklalapio arba įrenginiui automatiškai nustačius, jog pagal pateiktas sąlygas reikia atlikti veiksmą. Būtent šiame skyriuje aptarsime kokia yra sistemos veiksmų eiga nuo tada, kai sistema yra įjungžiama.

Pirminė sistemos stadija yra kuomet įsijungia „Arduino“ plokštė. Jai įsijungus, ji patikrina ar visos kode pridėtos bibliotekos egzistuoja ir tuomet inicializuoja jų nustatytas reikšmes. Tuomet inicializavus nurodytus kintamuosius bei numatytas jų reikšmes, pradedama „setup()“ funkcija, kuri yra privaloma visose „Arduino“ plokštėse. Ši funkcija yra atliekama vieną kartą, įsijungus plokštei. Atlikus šią funkciją pereinama prie taip pat standartinės „loop()“ funkcijos, kuri visu plokštės veikimo metu kartojasi. Pirmoje funkcijoje mes paruošiame pačią plokštę veikimui – įjungžiame jutiklius, inicializuojam interneto modulį ir jam priskiriame vietinį IP adresą. Taip pat gaunamas serverio IP adresą, į kurį vėliau kreipiasi interneto modulis. Jeigu visi veiksmai atlikti sėkmingai – pradedama „loop“ funkcija, kuri taip pat bus aptarta. Jeigu pradinėje funkcijoje interneto ryšys nepavyko priskirti IP adresą arba nepavyko susisiekti su serveriu, veiksmai vis vien yra tęsiami. Tokiu atveju sistema vis veikia, tačiau vėlesnėje „loop()“ funkcijoje kas 5 minutes vėl bandoma inicializuoti interneto modulį ir gauti reikiamus IP adresus. Žemiau nurodytame paveikslėlyje (žr. pav. 6) vizualiai išdėstoma „setup()“ funkcijos eiga.

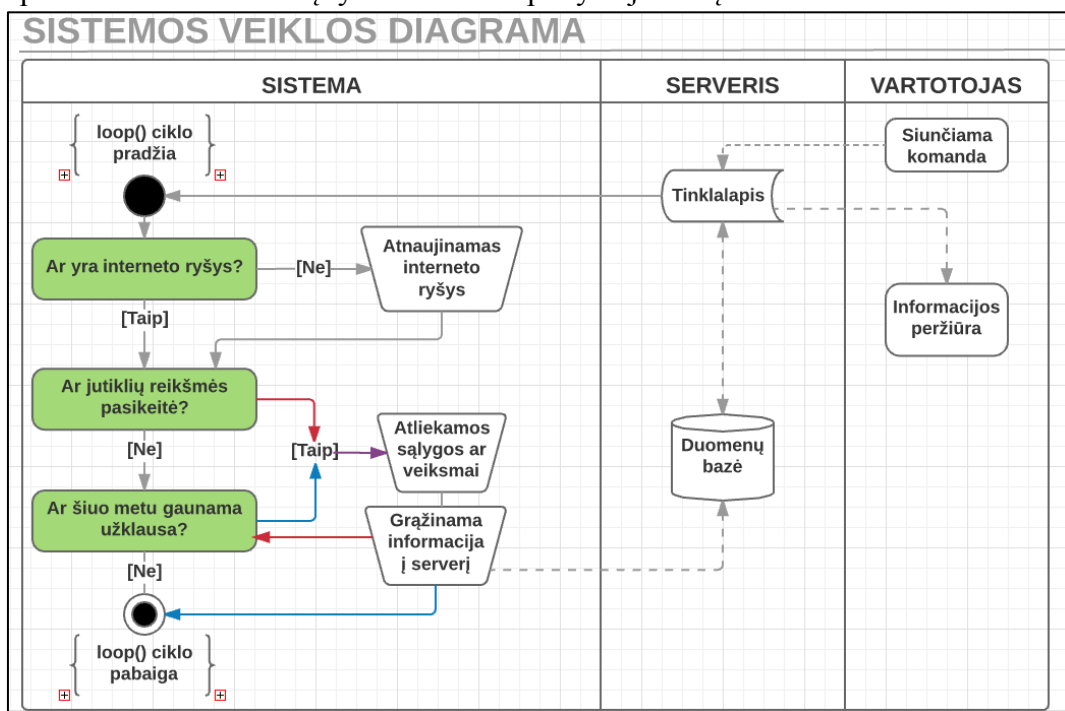


Pav. 6 - Pirmosios funkcijos „setup()“ veiksmų diagrama.

Atlikus reikiamas funkcijas sistemos įjungimo metu, tęsiama ciklo funkcija. Šioje funkcijoje atliekamas pagrindinis sistemos funkcionalumas – automatizavimas bei užklausų gavimas. Vykdam tą, atliekami trys pagrindiniai patikrinimai:

- Gaunamos jutiklių reikšmės ir pagal jas vykdomos sąlygos – tai gali būti temperatūros pokytis, judesio aptikimas ar šviesos būsenos pasikeitimas. Pagal gautas reikšmes reikšmės lyginamos su esamomis ir atliekami veiksmai. Resursų taupymui, kai kuriems jutikliams yra nustatyti laikmačiai kuomet jie turėtų vėl tikrinti reikšmę. Pavyzdžiui, mikroklimato sistemoje nėra poreikio temperatūrą tikrinti labai dažnai, kadangi menkas pokytis nėra aktualus, tad šio įrenginio tikrinimas vyksta tik kas 10 minučių.
- Gaunamos užklausos iš internetinio tinklalapio – visos gaunamos užklausos yra patikrinamos ir tuomet vykdomi atitinkami veiksmai, jeigu užklausa yra teisinga. Jeigu užklausa reikalauja informacijos, tuomet yra pateikiamas atsakymas, tačiau jei užklausa reikalauja tam tikro veiksmo iš sistemos (pavyzdžiui – įrenginio įjungimo), tuomet visų pirma yra atliekamas nurodytas veiksmas ir tik tada siunčiamas atsakymas atgal į internetinį tinklalapį.
- Interneto ryšys su serveriu – jeigu sistemos įjungimo metu arba veikimo eigoje nebuvo užmegztas ryšys su serveriu, tuomet sistema automatiškai bando atnaujinti ryšį kol galiausiai visi duomenys vėl bus siunčiami į duomenų bazę. Kadangi ryšys gali būti neprieinamas kurį laiką, sistema toliau vykdys ciklą ir visi patikrinimai nebus užlaikyti.

Žemiau pateiktame paveikslėlyje (žr. pav. 7) nurodoma visos sistemos veiklos diagrama, kuomet būna pateikta užklausa arba įvyksta aktualus pokytis jutiklių reikšmėse.



Pav. 7 - Sistemos veiklos diagrama.

Išvados ir rezultatai

Daiktų internetas yra viena sparčiausiai augančių technologijų, tačiau ši koncepcija turi begalę iššūkių bei trūkumų. Projektuojant sistemą, paremtą daiktų interneto koncepcija, ar išmaniuosius namus, išmanųjį transportą – būtina įvertinti labai daug faktorių. Modeliuojant paprastą kompiuterių tinklą būtina atsižvelgti į daugelį aplinkybių: nuo techninės įrangos komponentų iki programinės įrangos versijų, palaikančių tą įrangą. Taip pat ir modeliuojant daiktų interneto ar išmaniųjų namų sistemą, būtina atsižvelgti į begalę detalių. Pirmame skyriuje aptarėme vienas populiariausių išmaniųjų namų technologijų ir iš to matome, kad yra daug įvairių skirtingų platformų, su kuriomis galima vystyti projektą. Projektuojant plačią sistemą nėra tikėtina, jog bus naudojama tik viena iš šių technologijų, bet norint aprėpti visus sistemos poreikius tikėtina, kad projektuojama sistema bus hibridinė – kombinacija poros ar daugiau technologijų. Tai sukelia daug nesklandumų, derinant skirtingą programinę bei techninę įrangą, kad sistema veiktų sklandžiai ir be jokių trikdžių. Taigi prieš modeliuojant sistemą, būtina apsibrėžti apimtį ir prieš projekto pradžią įsitikinti ar pasirinktos technologijos naudojimas aprėpia tiek apsibrėžta apimtį, tiek tolimesnius vystymo planus. „Arduino“ mikrokontroleris buvo sėkmingas pasirinkimas šio projekto apimčiai, tačiau norint toliau vystyti ir tobulinti sistemą, ją galimai tektų jungti su kita technologija, tokia kaip „ZigBee“.

Šio darbo pagrindinis tikslas buvo sukurti išmaniųjų namų valdymo sistemos prototipą, kuris gebėtų valdyti bei stebėti įrenginius nuotoliniu būdu ir jis buvo pasiektas, tačiau sistema dar turi begalę nišų, kuriose ji galėtų būti patobulinta. Prototipo kūrimo metu techninė įranga buvo įsigyta atsižvelgus į paprastus poreikius, tačiau nebuvo įsigilinta ar minėta įranga bus tinkama sistemos plėtimui. Pavyzdžiui, kadangi prototipe naudojamas „Ethernet“ modulis ne visada palaiko stabilų ryšį, plečiant projektą reiktų įsigyti patikimesnį produktą, kuris buvo sukurtas pačios „Arduino“ įmonės, kadangi jie tiekia kokybiškesnes priedelių dalis. Taip pat prototipe nepavyko įdiegti tikrojo laiko modulio, kuris leistų plokštei nustatyti koks esamu metu yra laikas, tačiau tikėtina, jog dalis buvo brokuota ir dėl laiko stokos nebuvo įdiegta kita. Tai problemų nesukėlė, kadangi laiko modulis nedaro įtakos mūsų pagrindinėms stebėjimo bei valdymo funkcijoms. Internetinis tinklalapis, skirtas valdyti sistemą nuotoliniu būdu sėkmingai veikia, rodydamas visas reikiamas reikšmes. Be abejo dar reiktų įdėti daug darbo tobulinant dizainą, jį taip pat pritaikant planšetėms bei mobiliems telefonams.

Nors šis prototipas atlieka pagrindinę, paskirtą užduotį, tačiau pačio projekto vystymo metu buvo nusistatyta nemažai tolimesnių darbų, kurie norint sistemai būti užbaigtai ir labiau konkurencingai, privalo būti išpildomi. Tobulinimo darbai numatyti ne tik dabartinio

funkcionalumo tobulinimu, tačiau ir dideliu funkcionalumo plėtimu. Pradedant nuo techninės įrangos:

- Sistemos įrenginių palaikymo duomenų bazė – nors prototipe esantys įrenginiai sėkmingi valdomi, tai nebūtinai reiškia, jog sistema veiks su kiekvienu to tipo įrenginiu. Tad reiktų išanalizuoti įvairių įrenginių valdymo subtilybes ir jas surinkti į bendrą biblioteką, kuri leistų sistemai valdyti bet kokią pateiktą įrenginį.
- Vietinis duomenų saugojimas – šiuo metu visi veiksmų bei pokyčių registrai tiesiogiai siunčiami į išorinę duomenų bazę, tačiau dar nėra numatytas vietinis saugojimas, kuris leistų apsisaugoti nuo atvejų, kuomet interneto ryšys yra prarastas ilgesniam laikotarpiui. Tuomet atgavus interneto ryšį vietinėje laikmenoje išsaugoti duomenis būtų vėl išsiųsti į duomenų bazę.
- Įrenginių tvarkaraščių funkcionalumas – gebėjimas nustatyti kokių dienos ar savaitės metu arba kuriam laikotarpiui įrenginys turėtų veikti.

Taip pat daug tobulinimo darbų gali būti padaryta ir vartotojo sąsajai:

- Analitiniai grafikai – vizualizuotų pasirinkto įrenginio reikšmes per nustatytą laikotarpį. Grafikai būtų skirtingų tipų, priklausant nuo įrenginio, tačiau tai būtų ženkliai patogesnis būdas matyti istorinę situaciją sistemoje.
- Vartotojų teisės – prototipui šis funkcionalumas nėra aktualus, tačiau plečiant sistemą galėtų būti priskiriamos teisės tam tikriems vartotojams gebėti valdyti tik apibrėžtą aibę įrenginių.
- Sąlygos nustatymo ir veiksmo vykdymo sąsaja – gebėti nustatyti sąlygas jutikliams ir atitinkamus veiksmus, naudojant vartotojų sąsają. Vartotojas tiesiog privalėtų nurodyti *taisyklę* kuomet sąlygą būtų vykdoma ir *įvykį* kas turėtų įvykti atitikus sąlygą.

Tobulinti ir plėsti šį prototipą galima ganėtinai stambiai, taigi kiekvienos idėjos įvardinti nepavyktų.

Literatūros sąrašas

- [TGC16] M. Theofanos, S.Garfinkel, Y. Choong. Secure and Usable Enterprise Authentication: Lessons from the Field. IEEE Security & Privacy, 2016, p. 14-21.
- [ST17] B. Stojkoska, K. Trivodaliev. Journal of Cleaner Production. Elsevier, 2017, Volume 140, p. 1454-1464.
- [Dem15] P. Dempsey. The teardown Amazon echo digital personal assistant. IET, 2015, p. 88-89.
- [MM12] D. Munjin, J. Morin. Towards Internet of Things Application Markets. 2012, p. 156-162.
- [SDP+14] P. Suresh, J. Daniel, V. Parthasarathy, R. Aswathy. A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. IEEE, 2014.
- [Kes12] R. Kesby. How the world's first webcam made a coffee pot famous. BBC, 2012.
- [Rom16] J. Romkey. Toast of the IoT: The 1990 Interop Internet Toaster. IEEE, p. 116-119.
- [ZCL+13] S. Ziegler, C. Crettaz, L. Ladid, S.Krco, B.Pokric, A.Skarmeta, A.Jara,W. Kastner, M. Jung. IoT6 – Moving to an IPv6-Based Future IoT. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 161-172.
- [Lue15] K. L. Lueth. 10 Most popular Interneto of Things applications right now. IOT Analytics, 2015. URL: <https://iot-analytics.com/10-internet-of-things-applications/>
- [YN13] R. Yang, M. Newman. Learning from a learning thermostat: lessons for intellingent systems for the home. ACM, New York, 2013, p. 93-102.
- [UJS14] B. Ur, J.Jung, S. Schechter. The Current State of Access Control for Smart Devices in Homes. HUPS, 2014. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/the-current-state-of-access-control-for-smart-devices-in-homes/>
- [Sin16a] P. Sinclair. Insteon Review – My Insteon Hub Review for Home Automation. AllHomeRobotics, 2016. URL: <http://www.allhomerobotics.com/insteon-review-insteon-hub-review-home-automation/>
- [GP10] C. Gomez, J. Paradells – IEEE Communications Magazine. IEEE, 2010, p. 92-101.
- [Sin16b] P. Sinclair. X10 vs Insteon Protocol for Home Automation – What's the Difference?. AllHomeRobotics, 2016. URL: <http://www.allhomerobotics.com/x10-vs-insteon-protocol-for-home-automation-whats-the-difference/>
- [CH16] C. Cheng, C.Ho. Implementation of multi-channel technology in ZigBee wireless sensor networks. Elsevier, 2016.
- [Bru11] J. Bruce. What is Arduino & What Can You Do With It?. MakeUseOf, 2011. URL: <http://www.makeuseof.com/tag/arduino-technology-explained/>
- [Dac13] A. Dachis. A Beginner's Guide to DYIing with the Raspberry Pi. LifeHacker, 2013. URL: <http://lifelhacker.com/5976912/a-beginners-guide-to-diying-with-the-raspberry-pi>