



VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMATIKOS INSTITUTAS
KOMPIUTERINIO IR DUOMENŲ MODELIAVIMO KATEDRA

Bakalauro baigiamasis darbas

Protingų namų kūrimas naudojant daiktų interneto sistemas

Atliko:

Katalyna Aniščėnienė

parašas

Vadovas:

lekt. Eduardas Kutka

Vilnius
2019

Turinys

Sutartinis terminų žodynas	3
Santrauka	4
Summary	5
Ivydas	6
1. Išmaniųjų namų technologijos	7
1.1. Protingi namai	7
1.2. Daiktų internetas	9
1.3. Įrenginiai ir kiti sprendimai	11
2. Naudojamos technologijos	14
2.1. Vienos plokštės kompiuteris	14
2.2. Komponentai	16
3. Prototipo kūrimas	18
3.1. Elektrinių grandinių prototipavimas	18
3.2. Komponentų integravimas į vienos plokštės kompiuterį	19
3.3. Sistemos struktūra ir funkcionalumas	21
Išvados ir rekomendacijos	23

Sutartinis terminų žodynas

1. Bluetooth - mažo nuotolio belaidė technologija, suteikianti galimybę be laidų perduoti duomenis iš vieno skaitmeninio įrenginio į kitą.
2. Wi-Fi - belaidžio ryšio technologija.
3. Ethernet - kompiuterių tinklų technologija lokaliems tinklams.
4. RS232 - nuoseklioji sąsaja, kurioje duomenys yra perduodami bipoliariais įtampos impulsais, tam kad sujungti kompiuterį ir su juo susijusį įrenginį.
5. RS485 - diferencialinė sąsaja veikianti pusiau dvipusiu režimu, kur duomenų perdavimas ir priėmimas vyksta skirtingais laiko momentais viena laidų pora.
6. IPv6 - interneto protokolas, kuris naudoja 128-ių bitų adresą ir gali apdoroti didesnę kiekį adresų nei IPv4.
7. 6LoWPAN - IPv6 per mažos galios belaidis asmeninės zonos tinklas. Tai vienintelė vietinė technologija, padedanti aplikacijai pereiti į daiktų internetą.
8. Cisco - JAV tarptautinė kompanija, kuri kuria ir pardavinėja tinklo bei duomenų perdavimo ir telekomunikacijų įrangą.
9. BLE - mažos galios Bluetooth (angl. Bluetooth Low Energy), tai asmeninio tinklo technologija, sukurta taip, kad išlaikytų tokį patį ryšį, tuo pačiu gerokai sumažinant energijos suvartojimą ir kainą.
10. Alexa - virtualus balso asistentas arba balso valdymu paremta sistema.
11. IFTTT - programėlė, leidžianti tarpusavyje sujungti kitas programėles, kad šios galėtų komunuoti ir pateikti naujų, naudingų paslaugų.
12. Siri - kalbos atpažinimo programa, sujungta su balso agento technologija, pritaikyta „iOS“ operacinei sistemai.
13. KMI - kūno masės indeksas.
14. Loxone Miniserver - centrinis serveris, kuris valdo viską namuose, nuo jungiklių ir paprastų jutiklių iki apšvietimo, šildymo ir kitų sudėtingų sistemų, kas leidžia lengvai valdyti ir sumaniai automatizuoti namus.
15. Secure Digital (SD) - plačiai paplitęs kortelių tipas, leidžiantis integruoti papildomas funkcijas, susijusias su duomenų saugumu.
16. microSD - tai mažiausia iš SD kortelių serijos, dažnai naudojama mobiliuose telefonuose.
17. LCD ekranas (angl. Liquid Crystal Display) - skystųjų kristalų vaizduoklis, viena iš daugelio ekrano rūšių.

Santrauka

Šiais laikais vis daugiau žmonių ryžtasi savo namus paversti protingais, taip taupydami energiją ir kitus išteklius. Protingi namai neatsirastų be daiktų interneto, šios sąvokos tarsi papildė viena kitą, taip sukurdamos bendrą sistemą. "Daiktų internetas" - tai tinklas sudarytas iš įrenginių, sąveikaujančių internetu. Namai, kurie turi įdiegta tokią sistemą, gali būti kontroliuojami ir valdomi internetu per išmanųjį įrenginį iš bet kurio pasaulio taško. "Protingi namai" - tai vieta, kuri yra automatizuota, saugi, taupi bei patogi naudotis.

Šiame rašto darbe aprašomas protingų namų kūrimas naudojant daiktų interneto sistemas. Šio darbo tikslas - sužinoti kuo daugiau apie šių sistemų technologijas, jų veikimo principus bei pritaikyti šias žinias prototipo kūrimui. Prototipui sukurti buvo pritaikytas vienos plokštės kompiuteris "Arduino Uno", kuris kontroliuoja atstumo ir judesio jutiklius, šviesos diodus, servo variklį bei temperatūrą patalpose.

Summary

Creation of Smart House Using Internet of Things

Nowadays, it is becoming very usual for people to upgrade their homes to smart ones, saving time, energy and other resources. Smart homes would not emerge without the Internet of things, because these concepts complement each other, creating a common system. "Internet of Things" (IoT) is a network consisting of devices that interact through the Internet. Today, there is no industry that has remained untouched by the IoT, starting with smart homes, wearables and ending up with smart cities, cars, logistics, healthcare or industries. Homes that have such a system installed, can be controlled via the smart device from anywhere in the world. "Smart House" is a place that is automated and focused on providing security, convenience as well as helps people save some time. Also, it is user-friendly, economical and let's you control everything with just a few taps on smart device.

This paper describes the creation of smart homes using Internet of Things systems. The purpose of this work is to learn more about technologies of these systems that use IoT, their operating principles and afterward, apply this knowledge in order to develop the prototype. A single-board computer "Arduino Uno" is used within this project to create a prototype, which controls such things like distance and motion sensors, LEDs, servo motor and room temperature.

Ivyadas

Šiandien daugelis žmonių neįsivaizduoja dienos be išmaniojo įrenginio, nes šiais laikais visa informacija bei duomenys yra talpinami telefonuose, kompiuteriuose, "debesyse" arba kitose laikmenose. Technologijos ne tik talpina duomenis, bet taip pat padeda juos apdoroti, analizuoti bei panaudoti tam, kad suteikti galimybę vartotojams kasdienius veiksmus ir užduotis atlikti daug paprasčiau, patogiau ir greičiau. Visi internetu sąveikaujantys, elektroniniai prietaisai sudaro vieną tinklą, kuris vadinasi - daiktų internetas (angl. Internet of Thing - IoT). Jo paskirtis - modernizuoti, palengvinti buitį bei suteikti "proto" mus supančiam inventoriui [1]. Pasaulyje vis daugėja įrenginių, valdomų interneto ryšiu ar išmaniaisiais prietaisais. Išmaniuosiuose miestuose internetu ir specialiais davikliais bei jutikliais jau valdomas gatvių eismas, reguliuojami automobilių srautai, gatvių ir pastatų apšvietimo sistemos.

Daiktų interneto sąvoka yra glaudžiai susijusi su protingais namais, nes šios sąvokos papildo viena kitą, sukurdamos bendrą ekosistemą. Šiais laikais, netgi paprasčiausią namą galima paversti protingu, tad dabar ši paslauga yra prieinama daugeliui žmonių. Gyvenimas tokiuose namuose yra patogus, saugus ir ekonomiškai, kadangi savininkas gali stebėti ir valdyti savo namus, atlikdamas tam tikras užduotis per išmanųjį įrenginį.

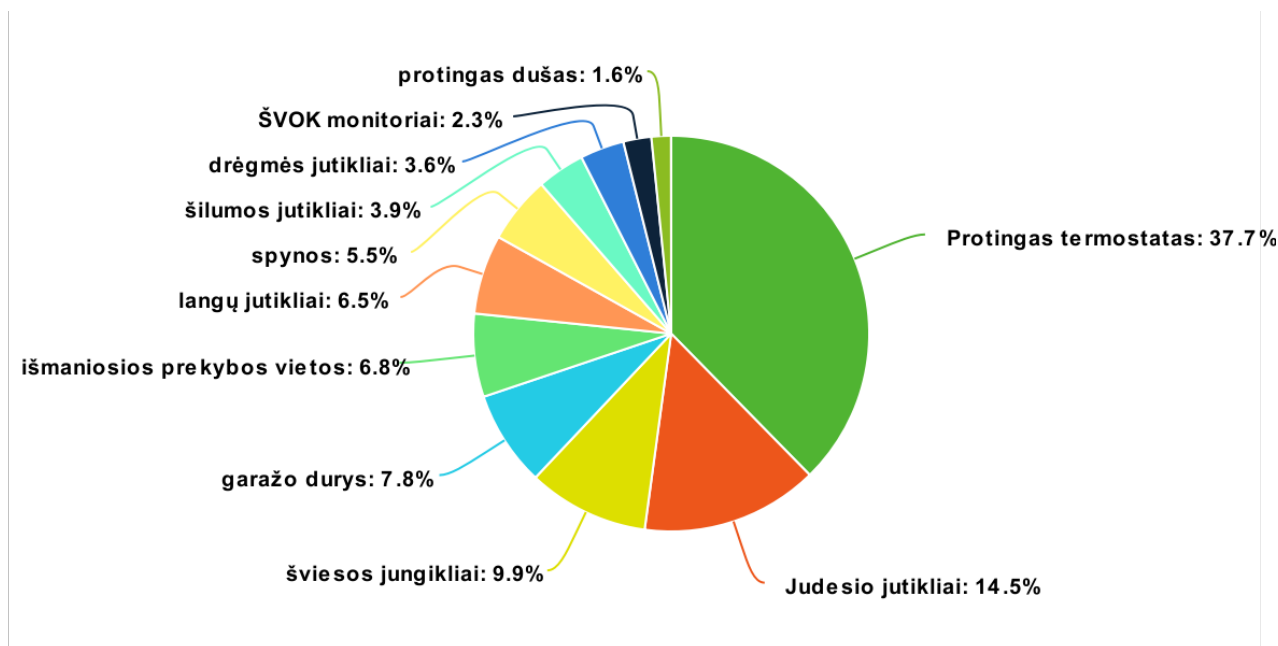
Pagrindinis šio darbo tikslas - ištirti protingųjų namų kūrimą naudojant daiktų interneto sistemas. Norint įgyvendinti šį užsibrėžtą tikslą, šiame darbe bus nagrinėjami panašūs išmaniųjų namų sprendimai, kurie naudoja daiktų interneto technologijas. Taipogi, bus parinktos atitinkamos technologijos bei įrenginiai tam, kad sukurti prototipą, kuris galės perteikti protingųjų namų idėją bei pagrindinius funkcionalumus. Sukurtas prototipas turėtų pasirūpinti namų saugumu, pateikti šeiminiui informaciją apie esamą temperatūrą namuose, suteikti galimybę valdyti šviestuvus bei kitus prietaisus.

1. Išmaniųjų namų technologijos

Šiame skyriuje bus nagrinėjamos protingųjų namų bei daiktų interneto sąvokos, jų panaudojimas ir veikimo principai bei bus pateikiami atitinkami pavyzdžiai. Taip pat, šios analizės dėka bus parinktos tinkamos sistemos bei produktai, kurie galėtų būti panaudoti kuriant prototipą.

1.1. Protingi namai

Protingas namas, pasak F. K. Aldrich [2], gali būti apibrėžiamas kaip gyvenamoji vieta, aprūpinta kompiuterinėmis ir informacinėmis technologijomis, kurios numato ir reaguoja į gyventojų poreikius, siekdamas skatinti jų komfortą, patogumą, saugumą ir pramogas bei valdydamos namuose esančias kitas technologijas. Kitaip tariant, išmanieji namai - tai valdiklių, jutiklių, laidų ir programinės įrangos sistema, sujungta su įvairiais namų prietaisais bei juos valdanti. Kiekvienais metais išrandama vis daugiau skirtingų išmaniųjų prietaisų, kurie palengvina buitį bei leidžia išsamiau ištirti savo namus, pvz. matuoja temperatūrą, drėgmę, spaudimą ar perteikia vaizdą bei garsą. Kadangi, konkurencija tarp tokio tipo įrenginių sparčiai auga, dėlto juos dabar galima įsigyti už prieinamą kainą daugumai žmonių. Dėl tokio prieinamumo, vis daugiau šeiminių savo paprastus namus paverčia protingais. Tokios intelektinės sistemos gali valdyti namų apšvietimą, užuolaidas, televizorius, klimato kontrolės ir šildymo sistemas, vartus bei taupyti elektros energiją ir netgi suteikti papildomo saugumo. Žemiau pateiktoje diagramoje (žr. 1 pav.) pateikti populiariausi išmaniųjų namų įrenginiai pagal apklausą 2017 metais, kurioje dalyvavo 1028 žmonių [3]. Akivaizdžiai pirmauja protingas termostatas, iš ko galima spręsti, kad žmonėms svarbiausias faktorius yra šilumos ir elektros energijos taupymas. Taip pat, tarp populiariausių randasi judesio jutikliai, šviesos jungikliai bei garažo durys. O mažiausiai žmonių išsirenka protingo dušo technologiją dėlto, kad tai labiau prabanga nei kasdien praverčiantis dalykas, kuris palengvintų buitį ar padėtų taupiau gyventi.



1 pav. populiariausi protingų namų įrenginiai 2017 metais

Protinguose namuose įrenginiai turi bendrauti vienas su kitu, kad perduoti bei dalintis atitinkamais duomenimis. Šiam tikslui yra sukurtų įvairių bendravimo protokolų, kurie yra skirstomi

į tris tipus - belaidžiai, laidiniai ir mišrūs. Apžvelgsime keletą populiariausių pavyzdžių šių tipų protokolų:

- **X10** [4] - elektroninių prietaisų, naudojamų namų automatizavimui, ryšio protokolas, kuris palaiko tiek laidinį, tiek belaidį ryšį. Jis naudoja elektros linijos laidus signalizavimui ir valdymui, kur signalai apima trumpus radijo dažnių sprogimus, vaizduojančius skaitmeninę informaciją.
- **UPB** [5] - universali elektros linijų magistralė, kitaip tariant, laidinis namų automatizavimo protokolas. Šis protokolas yra pagrįstas „X10“ standartu ir naudoja namuose esančias elektros linijas ryšių signalams siųsti tarp įrenginių. UPB įrenginiai prisijungia naudodami centrinį namų valdiklį bei sąsajas, kurios yra rankiniu būdu nustatytos kiekvienam tinklo įrenginiui.
- **xPL** [6] - atviras, laidinis protokolas, skirtas greitam duomenų perdavimui, jo greitis gali siekti daugiau nei 10 mln. bitų per sekundę. Šis protokolas gali veikti įvairiomis perdavimo terpėmis, įskaitant Ethernet (3), RS232 (4) ir RS485 (5).
- **Bluetooth** (1) - trumpojo nuotolio (apie 10 metrų) belaidžio ryšio protokolas. Dažnai naudojamas telefonuose, ausinėse ir garsiakalbiuose. Jo adaptyvioji dažnio keitimo sistema aptinka esamus signalus, pvz. „WiFi“ (2) ir derina „Bluetooth“ įrenginių kanalų žemėlapi, kad sumažintų trikdžius.
- **Z-Wave** [7] - belaidis namų automatikos protokolas, kuris naudoja radijo dažnius tam, kad galėtų bendrauti su namų automatizuotais prietaisais. Šis protokolas naudoja vieną centrinį valdiklį, namų automatikos tinklo nustatymui bei valdymui.
- **Zigbee** [8] - belaidis protokolas, kuris yra panašus į „Z-Wave“ daugeliu būdų, laikomas standartine kalba namų apyvartos ryšiams tiek gyvenamosiose, tiek komercinėse patalpose. Šis protokolas naudoja radijo dažnį bendravimui ir veikia ant 802.15.4 bevielio ryšio standarto.
- **Thread** [9] - belaidis protokolas, kuris yra paremtas IPv6 (6) bei 6LowPAN (7) standartais. Jis sukurtas taip, kad leistų įrenginiams su šiuo protokolu bendrauti net tada, kai dingsta „WiFi“ tinklas.
- **Insteon** [10] - protokolas, kuris yra bevielių ir laidinių technologijų hibridas, todėl jis yra unikalus papildymas namų automatikos žaidėjų srityje. „Insteon“ namų automatizavimas veikia patentuotame dvigubo tinklelio tinkle, kuris naudoja ir belaidį, ir laidinį ryšį, kad įveiktų bendras problemas, su kuriomis susiduria kiekvienas tinklo tipas. „Insteon“ šakotavas susijungia su „Insteon“ suderinamais prietaisais, todėl galima valdyti namus per išmanųjį telefoną, planšetinį kompiuterį ar kompiuterį.
- **KNX** [11] - atviras protokolas, kuris rinkoje jau dešimtmečius yra vienas iš populiariausių pastatų automatizavimo protokolų. Jis veikia daugiau nei viename fiziniame sluoksnyje, pvz. vytos poros laiduose, elektros tinklo linijose, Ethernet ir kiti. Tokia sistema neveikia iš centrinio įrenginio, o tai reiškia, kad kiekvienas įrenginys, prijungtas prie „KNX“ ekosistemos, yra protingas ir nepriklauso nuo kitų prietaisų veikimo.

1.2. Daiktų internetas

Daiktų internetas - interneto ryšio išplėtimas į fizinius įrenginius ir kasdienes objektus. Įrengtas su elektronika, interneto ryšiu ir kitais priedais (pvz. jutikliais, davikliais), šie įrenginiai gali bendrauti su kitais internetu bei gali būti stebimi ir valdomi nuotoliniu būdu. R. Buyya ir A. V. Dastjerdi savo knygoje „Daiktų internetas. Principai ir paradigmos“ [12] apžvelgia visą evoliuciją daiktų interneto, jo architektūrą, patikimumą, saugumą bei privatumą. Pasak juos, viskas prasidėjo nuo interneto atradimo ir vėliau dėmesys buvo nukreiptas į vientisą žmonių ir įrenginių integraciją, siekiant sujungti fizinę sritį su žmogaus sukurta virtualia aplinka, taip sukuriant vadinamąjį daiktų internetą (IoT) utopiją. Taip pat, prieinamumas buvo akcentuojamas kaip vienas svarbiausių daiktų interneto faktorių, kitaip tariant, objektai turi būti visada prieinami be jokių laiko ar vietos apribojimų. Toks visapusiškas ryšys yra esminis „IoT“ reikalavimas, o norint jį įgyvendinti, reikia palaikyti įvairius prietaisų ir ryšių protokolų rinkinius, pradedant nuo mažų jutiklių, galinčių aptikti ir pranešti apie pageidaujamą veiksnį, baigiant galingais „back-end“ serveriais, kurie naudojami duomenų analizei ir žinių gavimui. Tai taip pat reikalauja mobiliųjų ir kitų įrenginių integravimą, tokių kaip maršrutizatoriai ir išmanieji šakotuvai. Taipogi svarbus vaidmuo atitinka žmonėms, kurie turi prižiūrėti ir valdyti šiuos prietaisus.

Be šios sąvokos, yra daug kitų „IoT“ sąvokų, įskaitant apibrėžimą [13], kuriame daugiausia dėmesio skiriama ryšiams ir jutimo reikalavimams subjektams, dalyvaujantiems tipiškoje interneto aplinkoje. Kadangi šie apibrėžimai atspindi pagrindinius daiktų interneto reikalavimus, naujos „IoT“ apibrėžtys suteikia didesnę reikšmę visur egzistuojančių ir savarankiškų objektų tinklų poreikiui, kur identifikavimas ir paslaugų integracija turi labai svarbų ir neišvengiamą vaidmenį. Vienas tokių pavyzdžių yra „Cisco“ (8) naudojamas „Viskas internete“ („IoE“), kuris yra skirtas žmonėms, daiktams ir vietoms, kurios gali atskleisti savo paslaugas kitiems subjektams [14].

Daiktų internetas, kaip ir kiekviena sistema, turi savo architektūrą ir veikimo principus bei ypatumus. „IoT“ architektūra pagrindu yra kombinaciją iš jutiklių, ryšio, žmonių ir procesų, kurių rezultatas galiausiai yra išvedamas ir atvaizduojamas per mobiliąsias programėles ar naršyklę [15]. Trumpai apie kiekvieną iš šių savybių:

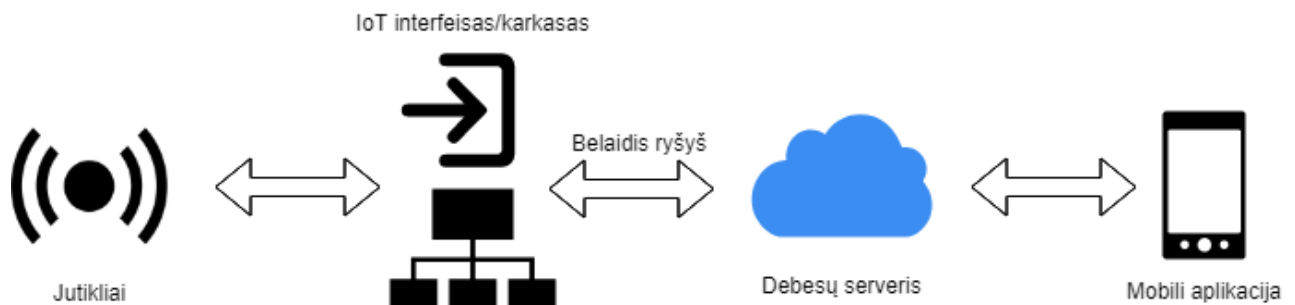
- **Jutikliai:** jie matuoja fizinių kieki, pvz. garsą, temperatūrą, drėgmę ir t.t. Vėliau šie fiziniai kiekiai paverčia į elektros kieki, kad sistema galėtų suprasti ir atitinkamai veikti.
- **Ryšys:** reikalingas tam, kad priimti signalai būtų įkeliami į tinklą, naudojant skirtingas ryšio priemones, pvz. „WiFi“, „Bluetooth“ arba „BLE“ ir pan.
- **Žmonės ir procesai:** tinklo įvestys sujungiamos į dvikrypčią sistemą, kuri integruoja duomenis, žmones ir procesus, kad būtų priimami geresni sprendimai.

Žvelgiant iš techninės pusės, daiktų interneto architektūra susideda iš keturių blokų: jutikliai, karkasas ir interfeisas, debesų serveris ir mobili aplikacija. Jų ryšys ir veikimo principas pavaizduotas žemiau pateiktoje diagramoje (žr. 2 pav.). Apžvelkime išsamiau kiekviena iš šių blokų:

- **Jutikliai:** jie yra visur ir gali gauti duomenis iš atmosferos ar vietos, pvz. temperatūros jutiklis išmatuoja kambario temperatūrą ir dalijasi ją per daiktų interneto interfeisą ir karkasą. Jutikliai gali gauti įvairią informaciją, pradedant nuo vietos, oro ar aplinkos sąlygų, žmogaus kūno arba variklio techninės priežiūros duomenų, iki transporto priemonės būsenos.
- **Interfeisas ir karkasas:** tai yra vartai, kurių dėka galima patekti į internetą, tam kad galima būtų pasiekti visus dalykus ir įrenginius, su kuriais norima bendrauti. Interfeisai veikia kaip

tarpininkas tarp vidinio jutiklių mazgų tinklo su išoriniu internetu ar saitynu (angl. World Wide Web). Jie tai daro rinkdami duomenis iš jutiklių mazgų ir perduodami juos į interneto infrastruktūrą.

- **Debesų serveris:** per sąsają perduodami duomenys yra saugiai saugomi debesų serveryje, kitaip tariant, duomenų centre, naudojant duomenų analizę. Tuomet šie apdoroti duomenys naudojami pažangiems veiksams atlikti, kad visi mūsų prietaisai taptų išmaniais.
- **Mobili aplikacija:** intuityviosios mobiliosios programėlės padės galutiniams vartotojams kontroliuoti ir stebėti savo įrenginius (nuo kambario termostato iki transporto priemonių variklių) iš nutolusių vietų. Šios programėlės siunčia svarbią informaciją į išmaniuosius telefonus, planšetinius kompiuterius ir pan. Informacija gali būti atvaizduojama grafiku, juostomis ir kitomis diagramomis patogioje sąsajoje. Taip pat, iš mobiliosios programėlės galima išsiųsti komandas jutikliams, kad pakeisti numatytąją reikšmę ir kitus nustatymus.



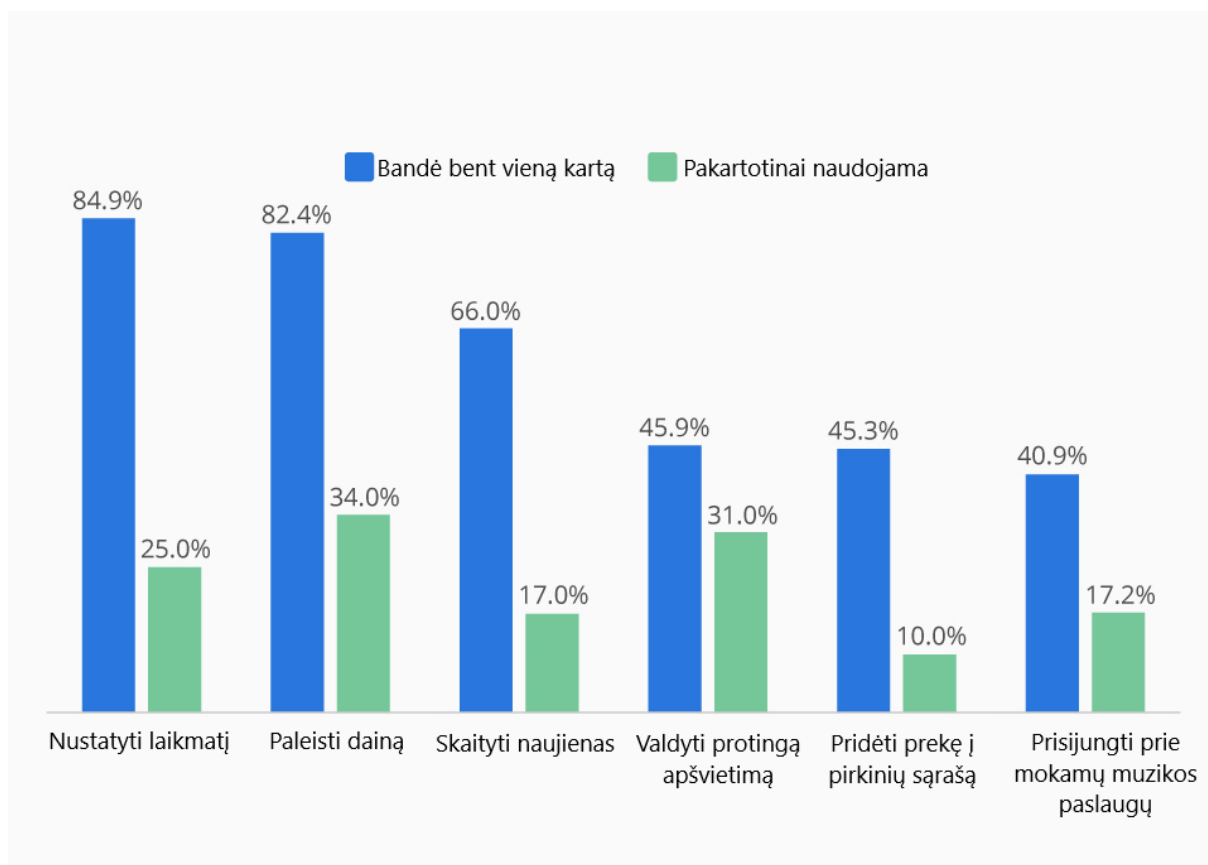
2 pav. Daiktų interneto architektūra

Daiktų internetas šiais laikais tampa vis populiaresnis ir žmonės vis labiau susimąsto ne tik apie patogumą ir praktiškumą, bet ir apie tokius aspektus, kaip saugumas ir privatumas. Skaitmeninėje erdvėje privatumas bei saugumas kur kas dažniau pažeidžiamas pavienių vartotojų, bet ne tas paslaugas ar produktus teikiančių įmonių lygmenyje. Visa tai puikiai paaiškina, kodėl į asmeninio saugumo problemas reikia žvelgti dar atidžiau. Jeigu žmonės savo privatumą kompanijai perleidžia, sutikdami su teikimo bei privatumo sąlygomis, tai programišius tokių atvejų į spragų turinčią sistemą, išibrauna be leidimo ir gali turimą informaciją panaudoti kaip tik panorės. Šiuo atveju, daiktų internetas gali patraukti programišių dėmesį, nes prie tokio interneto tinklo prijungtų įrenginių gali būti milijardai. O kadangi rinkoje skirtingų gamintojų kiekis sparčiai auga, bent jau kol kas įdiegti ir palaikyti visiems priimtina saugumo patikros bei užtikrinimo sistema yra praktiškai neįmanoma. Taip pat, sprendžiant daiktų interneto saugumo klausimus reikia suvokti, kad daug pažeidimų nutinka dėl naudotojų techninių žinių stokos. Patartina rinktis patikimą gamintoją, nes tokie yra labiausiai susirūpinę savo įvaizdžiu bei produkto kokybe. Būtent tai garantuoja, kad į potencialias kylančias saugos pažeidžiamumo spragas gamintojas reaguos greitai, vis išleisdamas atnaujinimus, o su administruojamais duomenimis taip pat kiekvieną kartą elgsis atitinkamai, laikydamasis visų įmanomų saugumo priemonių. Dėlto, norint sukurti saugesnį skaitmeninį tinklą, privalu kelti reikalavimus tiek gamintojams, tiek naudotojams.

1.3. Įrenginiai ir kiti sprendimai

Šiame skyriuje bus aprašyti šių metų populiariausi išmaniųjų namų įrenginiai pasaulyje [16] bei pateikti keli Lietuvoje siūlomi sprendimai namams. Trumpai aptarsime penkis perkamiausius prietaisus, kurie paverčia namus išmaniais bei automatizuoja tam tikrus veiksmus.

- **Amazon Echo:** šis antros kartos įrenginys lieka sąrašo viršūnėje tarp geriausių protingų namų įrenginių. Iš esmės, tai yra "Bluetooth" garsiakalbis, kuris gali klausytis balso komandų per "Amazon" populiarųjį balso asistentą "Alexa" (10). Taip pat, šis prietaisas gali tiesiogiai prisijungti prie daugelio kitų išmaniųjų namų prietaisų naudojant Alexa, todėl tai yra geras įrenginys pradedantiems šioje srityje, kurie nori padaryti savo namus protingais. Kadangi šis įrenginys yra vienas iš perkamiausių, galima apžvelgti jo naudojimo paskirtį [17]. Pateiktoje diagramoje (žr. 3 pav.) nurodyti populiariausi naudojimo atvejai, iš kurios galima spręsti, kad besinaudodami Amazon Echo, žmonės dažniausiai bandė nustatyti laikmatį arba įsijungti norimą dainą, o rečiau bandė pridėti prekę į pirkinių sąrašą arba prisijungti prie mokamos muzikos platformos.



3 pav. Amazon Echo naudojimo statistika

- **Ecobee4:** tai yra protingas termostatas, šiuo metu geriausias šioje kategorijoje. Jis taip pat turi integruotą "Alexa", tai gali veikti kaip garsiakalbis aprašytas prieš tai. Šis įrenginys turi kelis jutiklius, kurie padeda aptikti ir optimizuoti temperatūrą patalpose sumažinant esančias karštasias ar šaltąsias vietas.
- **Amazon Cloud Cam:** tai yra saugumo kamera, kurioje įrašomi tiesioginiai vaizdo įrašai 1080p raiška. Šis prietaisas yra lengvai montuojamas bet kuriame namų kambaryje tam, kad

galima būtų gauti realaus laiko pranešimus apie judesius. Taip pat, ši kamera siūlo nemokamą saugyklą, kurioje bus saugomos paskutinės paros vaizdo įrašas, kurį galima peržiūrėti ar atsisiųsti.

- **Philips Hue Starter Kit:** ši ekosistema yra atsakinga už protingą namų apšvietimą. Ji veikia vientisai su "Alexa", "IFTTT" (11) ir "Siri" (12) ir galima ją valdyti tiek balsu, tiek per programėlę, keičiant ne tik šviesos intensyvumą kiekviename kambaryje, bet ir spalvą. Taip pat yra kiti išmanūs sprendimai šiai sistemai, pavyzdžiui, kartu su žadintuvu gali perduoti tam tikrų spalvų ar ryškumo lygį arba gali sinchronizuotis su muzika.
- **Qardio QardioBase 2:** šio įrenginio antroji „Qardiobase“ karta yra protingas masto ir kūno analizatorius, kuris puikiai tinka stebėti KMI (13), riebalų ir vandens kiekį, raumenų masę, kaulų sudėtį ir netgi nęstumą. Duomenys taip pat yra išsiunčiami į telefono programėlę, kad būtų galima juos lengvai pasiekti ir peržiūrėti bet kuriuo metu.

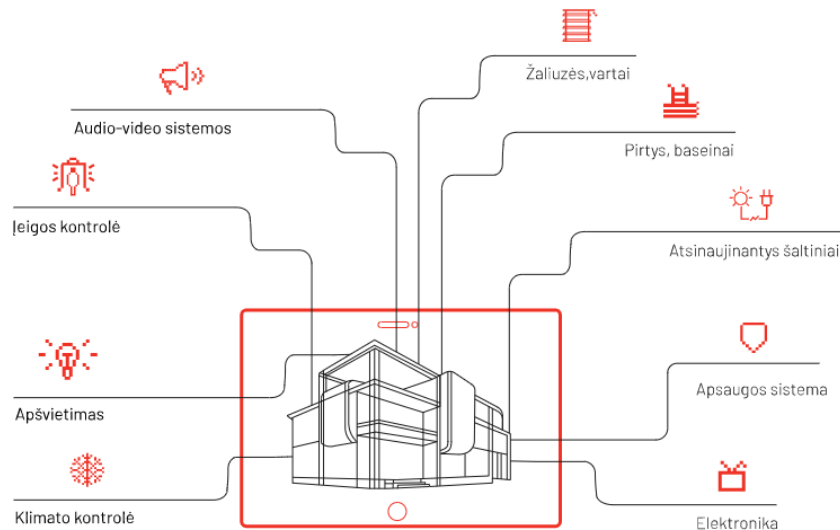
Taip pat, yra daug sukurtų sistemų, kurios leidžia valdyti ir automatizuoti visus apjungtus namų prietaisus. Tokie sprendimai dažniausiai būna orientuoti į pagrindines namų inžinerines sistemas, pvz. šildymą, apšvietimą, namų saugą ir t.t. Daugelis žmonių pasirenka tokius paruoštus sprendimus, kadangi jiems neužtenka įgūdžių, žinių ar laiko, kad tai pasidaryti patiems. Lietuvoje yra daug sprendimų namų automatizavimui, bet daugybė jų yra labai panašūs, todėl aptarsime pagrindinius tris, kurie pasirodė patikimiausi bei labiausiai patyrę šioje srityje.

- **iHouse:** šis sprendimas namams atrodo pažangiausias [18], kadangi jie naudoja viena iš geriausių pripažintų produktų "Loxone Miniserver" (14) - tai centrinis kompiuteris, kuris apjungia ir kontroliuoja išmaniuosius namų įrenginius. Jie turi labai platų funkcijų pasirinkimą ir kalba eina ne tik apie standartinius temperatūros ar drėgmės jutiklius, o apie daugybę kitų nestandartinių privalumų. Jie gali pasiūlyti lietaus, vėjo, drėgmės, judesio, temperatūros, langų ir durų jutiklius. Taip turi sprendimus kilus gaisrui, stiklo dūžiui ir netgi vandens jutiklį, kuris informuos, kai prakiurs vamzdis arba bus potvynis. Taip pat, jis gali kontroliuoti oro kokybę ir esant poreikiui, atidaryti langus bei informuoti naudotoją telefonu. Taip pat, jie gali pasiūlyti daug skirtingų režimų miegui, darbui, atostogoms, kinui ir daug kitų, pagal kiekvieno poreikius. Didesnė dalis funkcionalumo yra pavaizduota paveikslėlyje (žr. 4 pav.). Išanalizavus, galima teigti, kad šiai akimirksniai tai yra vienas geriausių sprendimų Lietuvoje su plačiu asortimentu bei galimybėmis.



4 pav. Loxone sprendimai namams (<https://www.ihouse.lt/kaip-tai-veikia>)

- **Think Light:** šis prekinis ženklas siūlo sprendimus ne tik protingiems namams, bet ir verslui, tokius kaip išmanusis apšvietimas arba erdvė [19]. Kas liečia protingus namus, jie gali pasiūlyti į vieną visumą sujungti namo šildymą, vėdinimą, drėkinimą, roletų ir užuolaidų valdymą. Taip pat, gali integruoti garso bei vaizdo sistemų valdymą bei baseino arba pirties temperatūros valdymą. Esant poreikiui, jie taip pat gali diegti kitus sprendimus (žr. 5 pav.), kurie taupytų elektrą, naudotų atsinaujinančios energijos šaltinius arba naudotų asmens atpažinimo ar kitus sprendimus, saugumui užtikrinti.



5 pav. Think Light sprendimai namams (<https://thinklight.lt/sprendimai/smart-home-designs/>)

- **Būsto automatika:** šis sprendimas privatiems namams siūlo "KNX" išmaniųjų namų sistemą, kuri yra pastoviai palaikoma ir tobulinama [20]. Ši sistema veikia išskaidytu principu, tad atsijungus pagrindiniam serveriui, galima bus toliau valdyti visas pagrindines funkcijas. Taip pat, jie gali pasiūlyti unikalią aplikaciją kiekvienam naudotojui pagal pasirinktą funkcionalumą. Galima valdyti išmanųjį šildymą, vėdinimą, apšvietimą, gerbūvio priežiūrą, saugumą ir kitus išmanius prietaisus (žr. 6 pav.).



6 pav. Būsto automatikos sprendimai namams (<http://bustoaumatika.lt/features>)

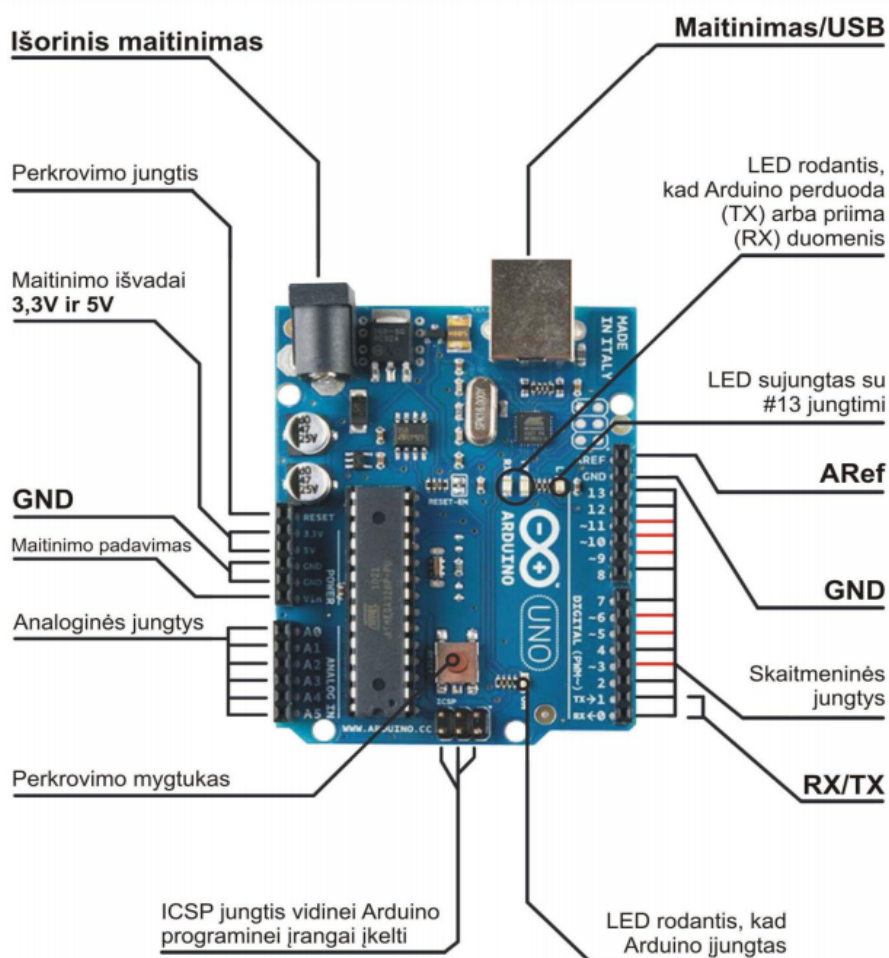
2. Naudojamos technologijos

Šiame skyriuje aptarsime, palyginsime ir atsižvelgus į privalumus ir kitus svarbius aspektus, išsirinksime technologijas, kurios bus pritaikytos protingų namų projektui įgyvendinti.

2.1. Vienos plokštės kompiuteris

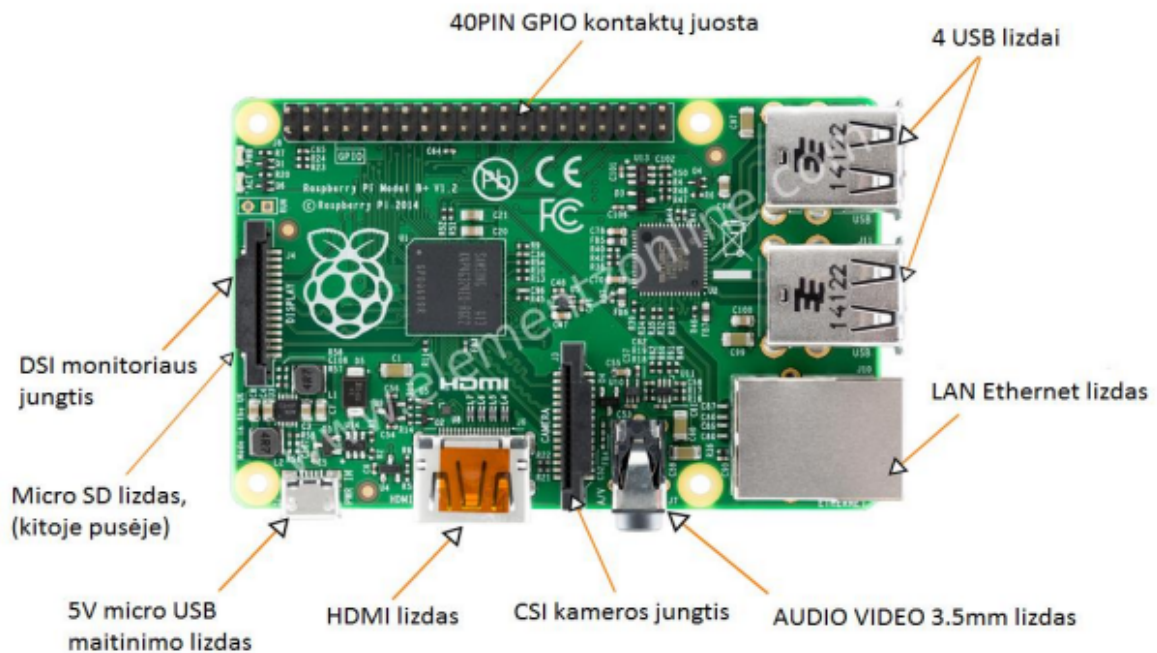
Pradedant domėtis išmaniaisiais namais, daiktų internetu ir su jais susijusiomis technologijomis, didžiausia dalis paieškos rezultatų yra susijusi su dviejų tipų sprendimais, kurių esminis skirtumas - naudojami skirtingi vienos plokštės kompiuteriai. Tai šie populiariausi biudžetiniai mini kompiuteriai yra "Arduino" bei "Raspberry Pi". Trumpai aptarsime kiekvieną iš jų, tuomet bus atliktas jų palyginimas bei nuspręsta, su kuriuo iš jų bus realizuotas protingų namų projektas.

Arduino - tai programuojamas elektroninis prietaisas bei atviro kodo platforma, kuri yra lengvai integruojama su daugybę jutiklių, kurie gali tirti ir kontroliuoti fizinį pasaulį. Dar vienas šios plokštės privalumas tas, kad jam yra sukurta daug skirtingų priedėlių (angl. Shield), kurie suteikia galimybę Arduino prie interneto, belaidžio tinklo, Bluetooth ryšio [21]. Taip pat šis kompiuteris turi „Arduino“ programinę įrangą ir tokio paties pavadinimo programavimo kalbą, kuriuos naudojant galima aprašyti elektroninės platformos veikimo principus. Žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. 7 pav.) pavaizduota bei trumpai aprašyta, iš ko susideda mikrokontroleris Arduino UNO.



7 pav. Arduino UNO išvadai (<https://www.anodas.lt/index.php?route=information/download/>)

Raspberry Pi - tai taip vadinamas mikro-kompiuteris, kuris gali atlikti visus veiksmus kaip ir paprastas asmeninis kompiuteris. Šis kompiuteris skirtas Linux pagrindu sukurtoms operacinėms sistemoms, tai su microSD (16) kortelės pagalba, ten yra įrašoma viena iš šių sistemų pagal naudotojo poreikius: Raspbian, Openelec, RaspBMC arba OSMC Linux, tačiau taip pat galima įsirašyti specialią "Windows 10 IoT" versiją. Populiariausia operacinė sistema yra Raspbian, kadangi ji yra specialiai sukurta ir pritaikyta šiems kompiuteriams. Šioje operacinėje sistemoje galima programuoti tokiomis kalbomis kaip Python, C, C++, Java, Scratch ir Ruby. Žemiau pateiktame paveikslėlyje (žr. 8 pav.) nurodytos bei trumpai aprašytos šios plokštės jungtys bei parodytas jų išdėstymas.



8 pav. Raspberry Pi jungčių išdėstymas (<https://www.anodas.lt/index.php?route=information/download/>)

Išanalizavus šiuos įrenginius [22] ir palyginus jų techninę specifikaciją (žr. 1 lentelę), "Arduino Uno" yra ženkliai silpnesnis procesoriaus galingumu ir atmintimi nei "Raspberry Pi". Taip pat, su "Raspberry Pi" galima atlikti keletą užduočių vienu metu, kadangi kaip buvo minėta, tai yra tarsi mikrokompiuteris su spartesne atmintimi, SD kortelės (15) dėka, procesoriumi bei talpia 1 GB operatyviaja atmintimi. Kas liečia "Arduino Uno", verta paminėti, kad nepaisant jo kuklių techninių parametrų, su juo lengviau lengviau prijungti prie analoginių jutiklių, variklių ar kitų komponentų. Taipogi, jis turi platų priedėlių pasirinkimą, kurie gali pridėti papildomo funkcionalumo ir nereikalauja sudėtingos konfigūracijos palyginus su "Raspberry Pi". Kaina pačios plokštės "Arduino Uno" yra dvigubai pigesnė nei "Raspberry Pi".

Apsvarsčius, buvo priimtas sprendimas realizuoti projektą su "Arduino Uno", kadangi sužavėjo jo paprastumas, viską galima lengviau išmokyti bei perprasti ir patiko dar tas faktas, kad jis turi savo atskirą operacinę sistemą ir netgi programavimo kalbą. Taip pat, šios plokštės ir jos priedėlių, jutiklių ir kitų komponentų kainos žymiai mažesnės nei "Raspberry Pi". Be to, prieš pradedant rašyti šį darbą, turėjau šiek tiek patirties su "Arduino" bei ieškodama medžiagos internete įsitikinau, kad panašaus pobūdžio projektai, susiję su protingais namais ir daiktų internetu, yra įgyvendinti būtent su "Arduino". Apibendrinant, susidarė išpuodis, kad minimali pažintis su "Arduino" bei daug informacijos, vaizdo pamokų, kurias galima rasti internete, padės lengviau bei greičiau įsisavinti

jo veikimo principą, programavimą ir kitus subtilumus.

1 lentelė. Arduino UNO R3 ir Raspberry Pi 3 Modelis B palyginimas

	Arduino UNO R3	Raspberry Pi 3 Modelis B
Procesorius	16MHz 8-bitų AVR ATmega328P	1.2GHz 64-bitų ARM Cortex-A53
Operacinė sistema	"Arduino"	Windows 10 IoT, Raspbian ir kitos (Linux)
Atmintis	32 kb	su SD kortele iki 32 GB
Operatyvioji atmintis	2 kb	1 GB
Kaina	22 €	45 €
USB jungtys	1 vnt.	4 vnt.

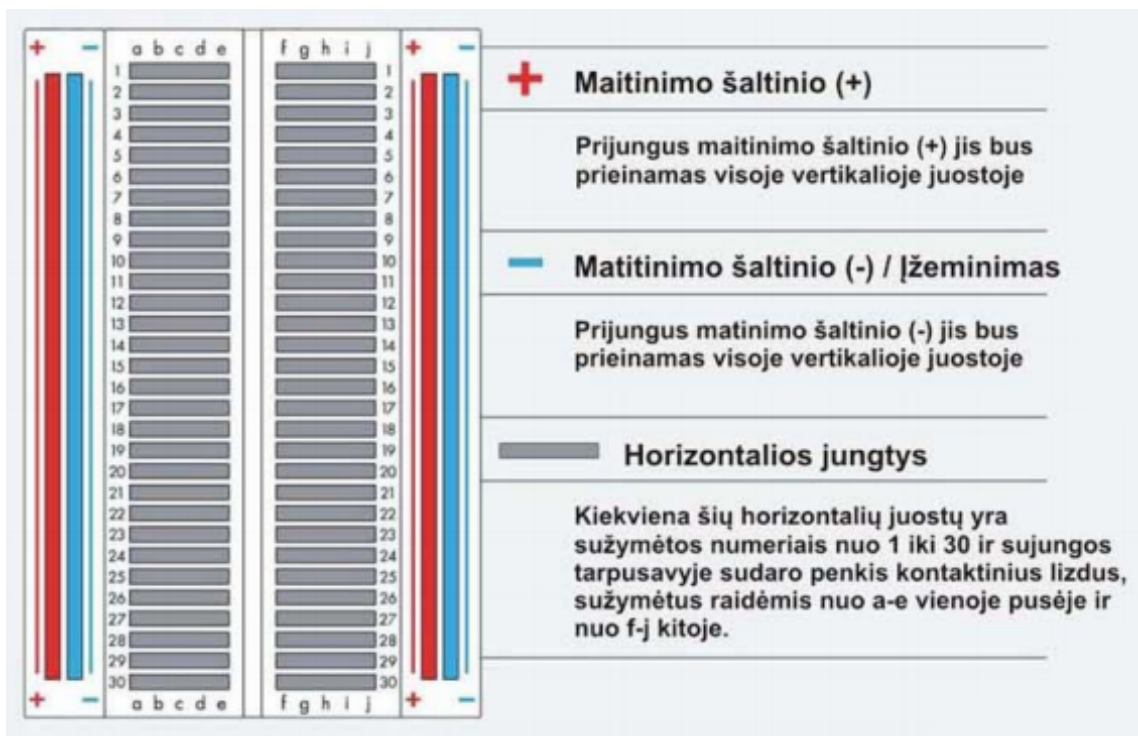
2.2. Komponentai

Kuriant protingų namų prototipą, vienos plokštės kompiuterio neužtenka, reikalingi taip pat kokie nors jutikliai ir kiti komponentai, priklausomai nuo pasirinkto funkcionalumo, kuriuos vėliau galima būtų apjungti ir įdiegti į vieną sistemą. Pradžioje reikėjo apsispręsti kokių protingų namų funkcionalumą norima įgyvendinti tam, kad žinoti kokius komponentus reikia įsigyti. Tad, padarius sąrašą bei atrinkus tinkamus sprendimus, buvo nupirkti sekantys komponentai:

- LM35 temperatūros jutiklis - norint ištirti aplinką, yra panaudotas šis jutiklis, kad atvaizduotų esamą temperatūrą patalpose.
- IR infraraudonųjų spindulių atstumo matavimo modulis - skirtas įvažiavimui, kadangi šis modulis reaguoja į infraraudonuosius spindulius ir taip perduoda signalus apie artėjantį objektą.
- MC-38 durų magnetinis kontaktas ir garsinis signalizatorius - šie du jutikliai skirti atpažinti, kada durys yra atidaromos ar uždaromos ir atitinkamai įsijungia garso signalas, kas turėtų užtikrinti namų saugumą.
- HC-SR501 PIR judesio daviklis - šis daviklis yra skirtas tam, kad aptikti judesį, kai artėjama prie įvažiavimo ir tuomet įsijungtų šviesos diodas, kad apšviesti kelią.
- ESP8266 ESP-01 WiFi modulis - šis modulis skirtas tam, kad gauti iš temperatūros jutiklio duomenis ir perduoti juos į serverį per "WiFi".
- Šviesos diodai - padeda patikrinti kitų komponentų veikimą ir valdymą, taip pat tinka apšvietimo funkcijai atlikti.
- Servo variklis TowerPro SG90 Micro - šis variklis skirtas įvažiavimui, kad atstumo jutiklis gavęs signalą, perduotų jį varikliui, kuris atitinkamai suveikęs pakeltų užtvartą ar atidarytų vartus.

- Potenciometras R16 10K - šis komponentas atsakingas už varžos reguliavimą, atitinkamai didindamas arba mažindamas ją. Šiuo atveju jis yra sujungtas su ekranu ir reguliuoja jo ryškumą. Tai reiškia, kad kuo didesnė varža, tuo mažesnis ryškumas ir atvirkščiai, priklausomai nuo to kaip pasuksim ir nustatysim jį.
- 16x2 LCD ekranas (17) - šis ekranas atvaizduoja duomenis, kurios gauna iš temperatūros jutiklio.
- Jungiamieji laidai - šie laidai reikalingi tam, kad sujungti visus naudojamus komponentus su vienos plokštės kompiuteriu, šiuo atveju su "Arduino Uno".

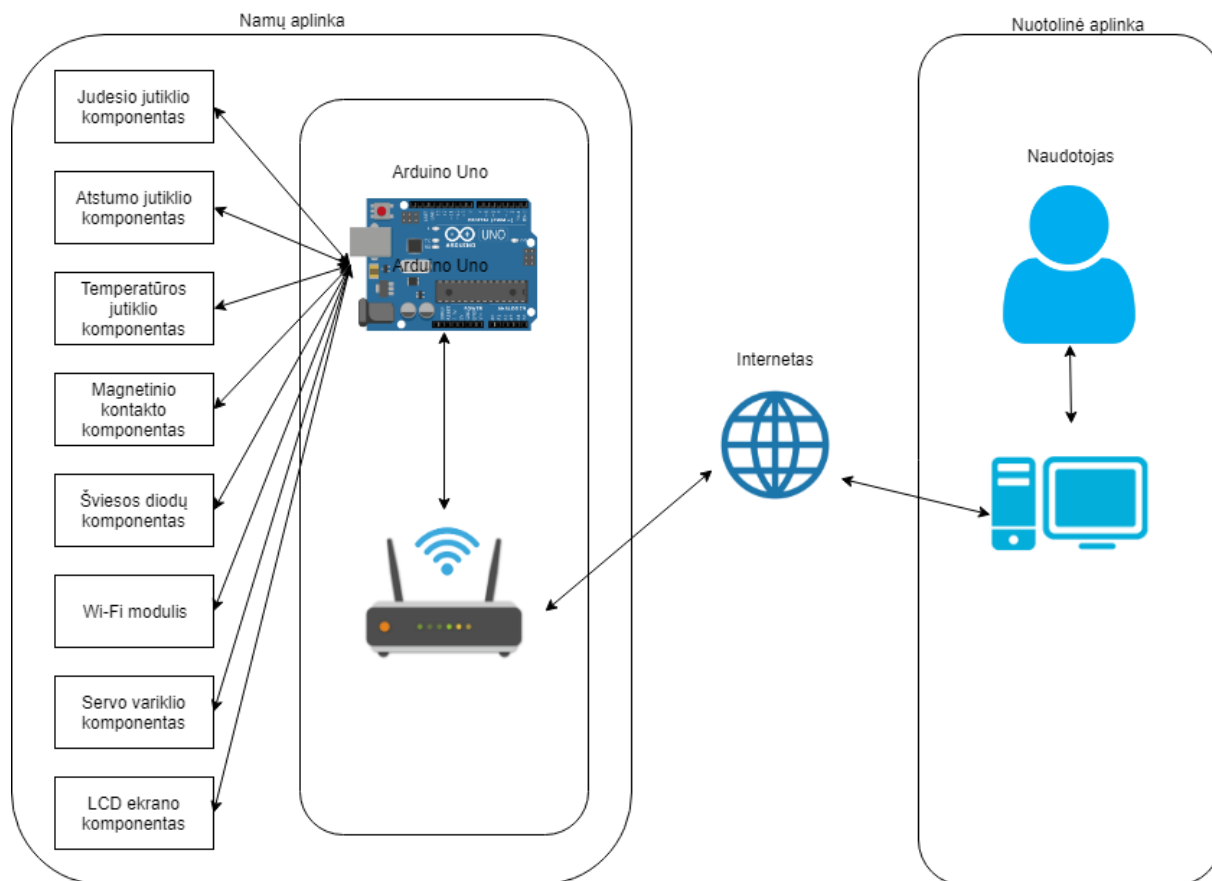
Tam, kad galima būtų sudėti ir sujungti visus komponentus, reikia daugiau maitinimo šaltinių nei yra "Arduino" plokštėje, o jis turi tik vieną 3.3V ir vieną 5V įtampos kaiščius. Tokiems atvejams yra sukurta bandomoji lenta (angl. breadboard), pavaizduota žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. 9 pav.). Ši lenta skirta elektros grandinių kūrimui įvairiems prototipams bei susideda iš vertikalių ir horizontalių jungčių. Vertikalūs sujungimai, pažymėti „+“, yra skirti srovės padavimui (raudonos spalvos), o pažymėti „-“ įžeminimui (mėlynos spalvos). Tai reiškia, kad atvedus srovę į bet kuri raudonos linijos kontaktinį lizdą, srovė bus prieinama iš bet kurio kito tos eilės kontaktinio lizdo - analogiškai veiks ir įžeminimas. Horizontalios jungtys, esančios viduryje lentos, yra sužymėtos skaičiais nuo 1 iki 30 ir sujungtos tarpusavyje sudaro penkis kontaktinius lizdus, sužymėtus abėcėlės raidėmis nuo „a“ iki „e“ vienoje pusėje ir nuo „f“ iki „j“ kitoje. Šios jungtys skirtos prototipų kūrimui, tačiau jų kontaktiniai lizdai išdėstyti ir kartu susijungę vertikaliomis linijomis.



9 pav. Bandomosios lentos struktūra (<https://www.anodas.lt/index.php?route=information/download/>)

3. Prototipo kūrimas

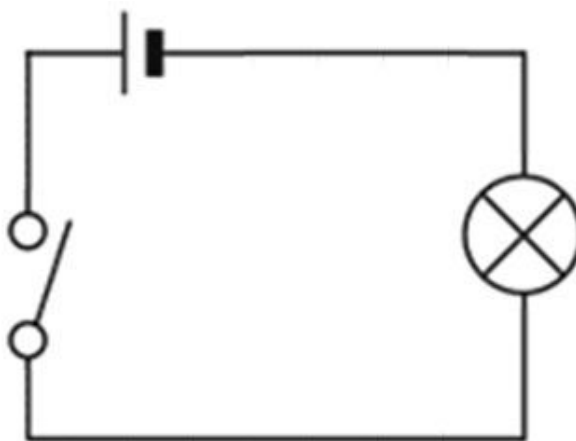
Po to, kai buvo išrinktos naudojamos technologijos bei įsigyta reikiama įranga, galima pereiti prie prototipo kūrimo. Pirmiausia, reikėjo išsiaiškinti kaip viskas tarpusavyje yra susiję, kas su kuo komunikuoja bei kaip teisingai viską sujungti. Tam, kad visą tai būtų lengviau įsivaizduoti, buvo sukurta sistemos architektūros diagrama (žr. 10 pav.), kurioje matome kaip visi elementai bendrauja tarpusavyje. Visi komponentai sąveikauja su plokšte "Arduino Uno" ir gauna atitinkamas užduotis, kurias turi atlikti ir vėliau perduoti duomenis atgal. Kadangi yra prijungtas Wi-Fi modulis, mikrokontroleris gali prisijungti prie lokalaus belaidžio ryšio interneto ir perduoti duomenis į tinklapio serverį bei atvaizduoti juos kompiuteryje.



10 pav. Sistemos architektūros prototipas

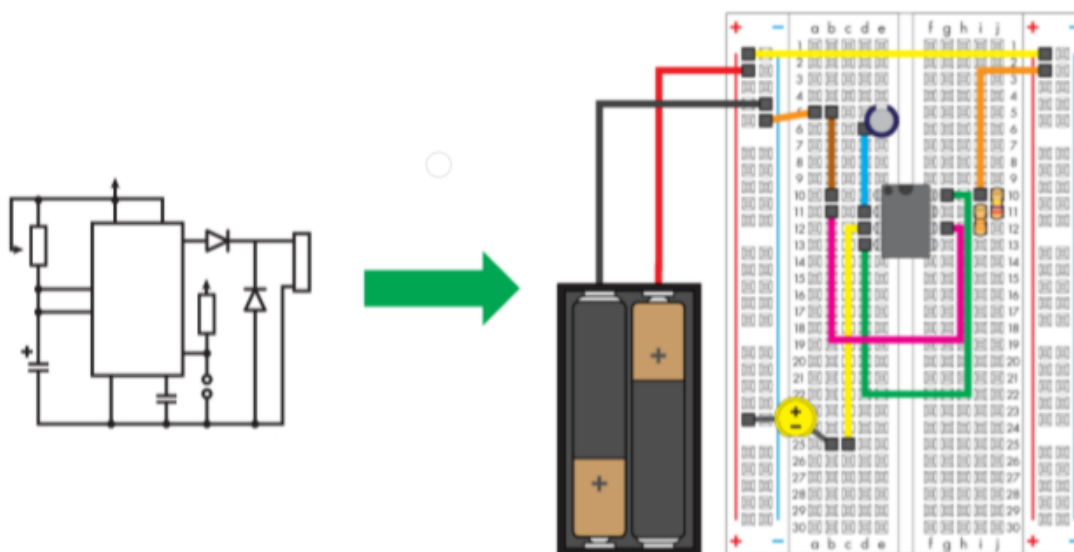
3.1. Elektrinių grandinių prototipavimas

Prieš pradėdant prototipo kūrimą, reikėjo išanalizuoti teorinę dalį, kadangi turėjau nepakankamai žinių apie šią sritį ir jos veikimo principą. Tai pirmiausia buvo išanalizuota teorinė medžiaga, peržiūrėta daug skirtingų vaizdo pamokų bei perskaityta knygų, kuriuose parodoma kaip teoriją pritaikyti praktikoje su atitinkamais pavyzdžiais. Tuomet, buvo pradėti bandymai, kad suvokti kaip veikia elektrinės grandinės. Tokios grandinės - tarpusavyje laidais sujungti elementai, kuriais teka elektros srovė, o visa informacija yra perduodama elektrinių signalų pagalba [21]. Paprastai, elektrinės grandinės yra braižomos kaip pavaizduota (žr. 11 pav.), tačiau kai schemos būna sudėtingesnės ir turi daugiau elementų, skaityti ir suprasti tokius brėžinius yra ganėtinai sunku, ypač pradedantiesiems.



11 pav. Elektrinės grandinės pavyzdys

Tokiais atvejais yra reikalinga bandomoji lenta, ant kurios galima surinkti tokias grandinės palaipsniui ir tuo pačiu stebėti, bandyti nustatyti ir suvokti jų veikimą bei tarpusavio sąveiką. Toks surinkimo būdas vadinamas elektrinių grandinių prototipavimu arba kitaip - maketavimu ar modeliavimu. Pavyzdys kaip elektrinę grandinę surinkti ant bandomosios lentos yra pavaizduota schemoje (žr. 12 pav.). Modeliuojant tokias grandines, taip pat galima eksperimentuoti su įvairiais jų komponentais ir keisti funkcinis parametrus arba savybes.



12 pav. Elektrinės grandinės surinkimas ant bandomosios lentos (<https://www.anodas.lt/index.php?route=information/download/>)

3.2. Komponentų integravimas į vienos plokštės kompiuterį

Po to, kai buvo išanalizuotas elektroninių grandinių veikimo principas bei atlikti bandymai, kad užtvirtinti teorijos žinias praktiškai, galima pereiti prie komponentų integravimo į "Arduino Uno" plokštę. Reikėjo įgyvendinti išsikeltus tikslus: automatiškai atsidaranti užtvartą bei išjungianti šviesą, kai artėja mašina, durų užrakinimas bei signalizacija su magnetiniu kontaktu bei mygtukais,

kuri įsijungia kai atsidaro duris. Tuomet, temperatūros jutiklio duomenų perdavimas į LCD ekraną bei galimybę reguliuoti ekrano ryškumą su integruotu potenciometru.

Pradedant nuo įvažiavimo, reikėjo sukonfigūruoti ir sujungti viską taip, kad infraraudonųjų spindulių atstumo matuoklis užfiksavęs priartėjusį objektą, perduotų signalą servo varikliukui apie tai, o varikliukas tuomet atliktų savo užduotį pavaizduotą 1 išeities kode. Priartėjus objektui, varikliukas turi luktelti sekundę ir tuomet pakelti užtvartą, o praėjus penkiom sekundėm, jis tikrina ir jeigu daugiau objektų neaptikta, tuomet uždaro užtvartą.

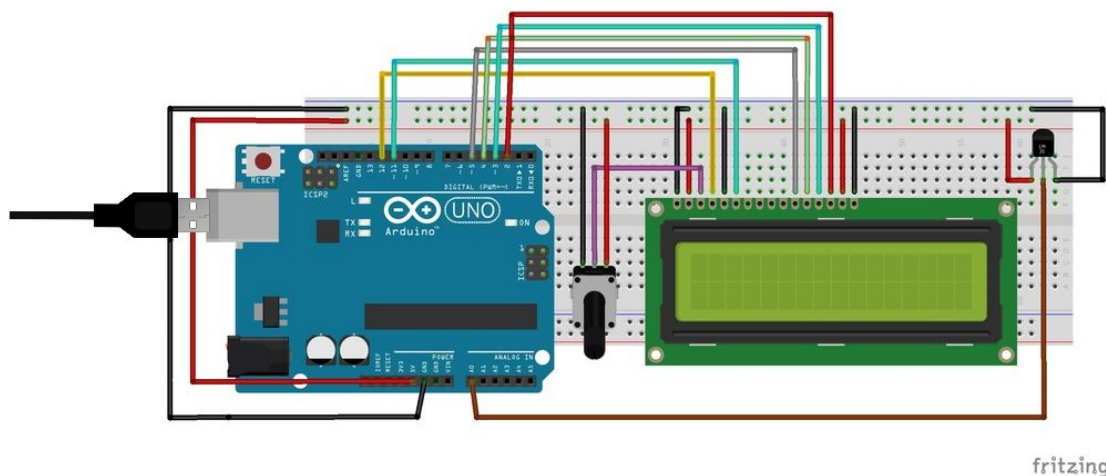
1 išeities kodas. Užtvaro padėtys

```
1  if(    !(digitalRead( gateSensor)))
2      {
3          delay (1000);
4          gate.write(75); // gate will open after the dealy of 1 second
5          delay (5000);
6      }
7
8
9      if( digitalRead( gateSensor))    // no input detected
10     {
11         gate.write(5);    // gate close
12     }
13     }
```

Tuomet, temperatūros jutiklis su duomenų perdavimu į LCD ekraną, yra padarytas pagal šią pavaizduotą elektrinę grandinę (žr. 13 pav.), suprojektuotą ant bandomosios lentos. O veikimo principas toks, kad nuskaito reikšmę iš nurodyto kontakto ir tuomet gauna reikšmę voltais, kurios vėliau reikia tinkamai apskaičiuoti, kad išgauti tikslią temperatūrą. Pritaikius įvairias matematinės formas, galiausiai tiko viena, kurią reikėjo pakoreguoti ir ji yra pavaizduota 2 išeities kode.

2 išeities kodas. Temperatūros apskaičiavimas

```
1 x = analogRead( tempPin );
2 temp = (x-780) / 9.31;
```



13 pav. temperatūros jutiklio išdėstymas ant bandomosios lentos

Kalbant apie magnetinį durų kontaktą, parašytas 3 išeities kodas nurodo, kad atsidarius durims, padidėjus atstumui tarp šio kontakto dviejų dalių įsijungs garsinis signalas ir tik uždarius jį signalas išsijungs.

3 išeities kodas. Durų magnetinio kontakto veikimas

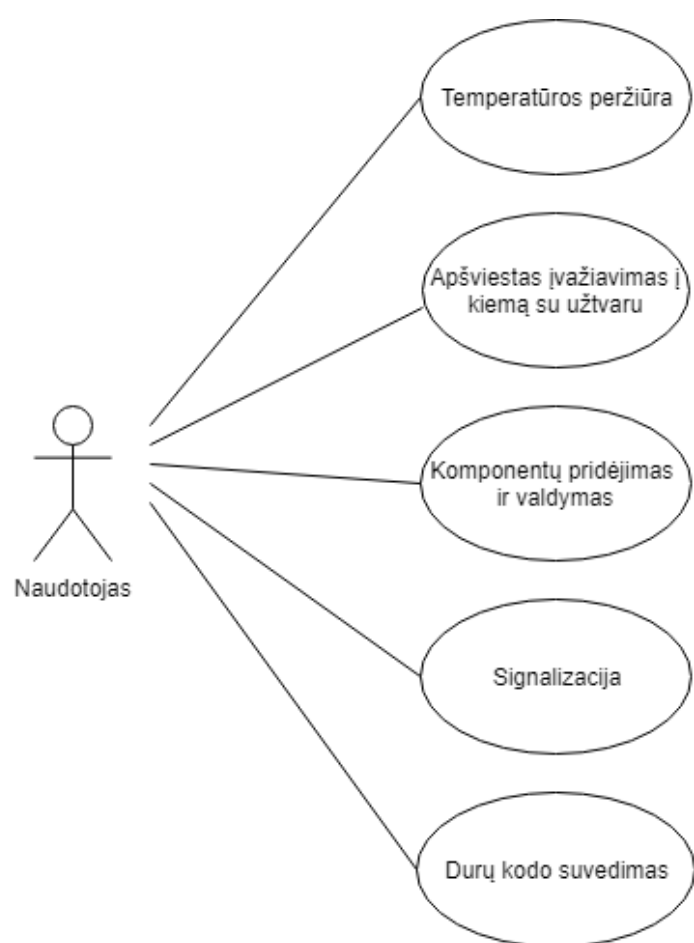
```
1 const int buzzer = 3;
2 const int sensor = 4;
3
4 int state;
5
6 void setup()
7 {
8   pinMode(sensor, INPUT_PULLUP);
9 }
10
11 void loop()
12 {
13   state = digitalRead(sensor);
14
15   if (state == HIGH){
16     tone(buzzer, 400);
17   }
18   else {
19     noTone(buzzer);
20   }
21   delay(1000);
22 }
```

3.3. Sistemos struktūra ir funkcionalumas

Sudėjus visus komponentus ir atlikus jų integraciją, reikia sudėlioti norimas funkcijas su esamais moduliais, kuras galės atlikti ar stebėti naudotojas. Galimos funkcijos yra pavaizduotos diagramoje (žr. 14 pav.).

Trumpai apie kiekvieną galimą funkciją iš panaudos atvejų diagramos, kuriomis galės naudotis bei valdyti naudotojas:

- ant LCD ekrano galima stebėti vidaus arba lauko temperatūrą;
- pakankamai prisiartinus prie įvažiavimo į namus, užsidega šviesą bei pakyla užtvaras, kas leidžia įvažiuoti į vidų;
- naudotojas gali sugalvoti papildomą funkcionalumą arba pakeisti esamą, atitinkamai keičiant arba pridedant komponentus bei aprašant jų užduotis, veikimą;
- Atsidarius durims, pavyzdžiui įsilaužimo atveju, suveiktų garsinis signalas, informuodamas apie tai;
- Reikia suvesti kodą, kad galima būtų atidaryti duris. Naudotojas gali keisti esamą kodą;



14 pav. Panaudos atvejų diagrama

Išvados ir rekomendacijos

Rašant šį baigiamąjį darbą bei įgyvendinant protingų namų prototipą, buvo siekiama išanalizuoti ir suprasti protingųjų namų kūrimo procesą naudojant daiktų interneto sistemas. Vykdamas tyrimą įsitikinta, kad "daiktų internetas" šiais laikais nėra srities, kuri išliko nepaliesta šia technologija. Išanalizavus protingųjų namų įsirengimo statistiką, galima teigti, kad ši tendencija bėgant metams sparčiai auga ir pastoviai atsiranda naujovės, kurios palaipsniui suteikia galimybę kiekvienam įsigyti ir įsirengti tokią sistemą savo namuose. Taip pat pastebėta, kad rinkoje vis daugiau atsiranda ne atskirų "daiktų interneto" įrenginių, o įvairių paruoštų sistemų, kur yra sujungta daug įrenginių ir sukonfigūruotas jų funkcionalumas. Lyginant du skirtingus vienos plokštės kompiuterius "Arduino Uno" bei "Raspberry Pi" ir besidomint kiekvienu iš jų, buvo išsiaiškinti esminiai skirtumai bei panašumai tarp jų ir taip pat jų privalumai, trūkumai ir pritaikymas.

Įgyvendinant šio darbo tikslą ženkliai padidėjo žinių bagažas, kadangi ištirta daug informacijos apie šias technologijas, peržiūrėta bei išbandyta daug pavyzdinių užduočių, prototipų ir skirtingų platformų. Įgyta daug naujų žinių, apie vienos plokštės kompiuterius ir apie elektronines grandines bei kaip jas surinkinėti ir konfigūruoti ant bandomosios lentos. Taip pat, išmokta integruoti ir programuoti įvairius komponentus su "Arduino" plokšte.

Sukurtame prototipe išpildyta didesnė dalis išsikeltos funkcionalumo: įvažiavimas į kiemą su judesio bei atstumo jutikliais, durų užrakinimas bei signalizacija su magnetiniu kontaktu bei mygtukais, temperatūros jutiklio duomenų perdavimas į LCD ekraną bei galimybę reguliuoti ekrano ryškumą su potenciometru. Taip pat naudotojas, esant poreikiui, galės papildomai pridėti komponentus bei naujas funkcijas arba pakeisti esamas.

Buvo kilusios kelios problemos, susijusios su žinių stoka šioje srityje. Buvo sunku perprasti elektrinių grandinių veikimą bei kaip jas teisingai sujungti ir perkelti ant bandomosios lentos. Pirmieji bandymai taip pat buvo sudėtingi, kai neturi pakankamai žinių apie skirtingus komponentus, jų sąveikavimą, galimus sujungimo apribojimus ir programavimą "Arduino" kalba. Literatūros bei vaizdo medžiagos pagalba buvo įgyvendinti pirmieji sujungimai šviesos diodų ir mygtukų, o vėliau su kiekvienu komponento pridėjimu buvo vis paprasčiau ir aiškiau.

Apibendrinant pasiektus rezultatus bei išdėstytas išvadas galima teigti, kad pagrindinis iškeltas darbo tikslas - ištirti bei suprasti protingų namų kūrimo procesą ir veikimą naudojant daiktų interneto sistemas.

Literatūra

- [1] Jonas Bunevičius. Kas tai yra daiktų internetas iot ir ką reikia žinoti norint juo saugiai naudotis.
<http://www.technologijos.lt/n/technologijos/it/S-67862/straipsnis/Kas-tai-yra-daiktu-internetas-IoT-ir-ka-reikia-zinoti-norint-juo-saugiai-naudotis>.
- [2] Richard Harper. *Inside the Smart Home*. Springer, 2003.
- [3] Mellisa Tolentino. Southern men are most likely to own smart home tech: Report.
<https://siliconangle.com/2016/03/30/southern-men-are-most-likely-to-own-smart-home-tech-report/>.
- [4] X10.
<https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/x10/>.
- [5] Universal powerline bus.
<https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/universal-powerline-bus/>.
- [6] xpl protocol.
<https://www.automatedhome.co.uk/software/xpl-protocol.html>.
- [7] Z-wave.
<https://www.z-wave.com/learn>.
- [8] Zigbee protocol.
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/zigbee-protocol>.
- [9] Thread protocol.
<https://www.threadgroup.org/What-is-Thread>.
- [10] Insteon.
<https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/insteon/>.
- [11] Knx.
<https://buildyoursmarthome.co/home-automation/protocols/knx/>.
- [12] Rajkumar Buyya; Amir Vahid Dastjerdi. *Internet of Things. Principles and Paradigms*. Morgan Kaufmann, 2016.
- [13] Jayavardhana Gubbi. Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X13000241>.
- [14] Lopez Research LLC. An introduction to the internet of things (iot).
https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/iot/introduction_to_IoT_november.pdf.
- [15] Naval Allurwar. How does internet of things works?- simple explanation of iot architecture with examples.
<https://iotdunia.com/iot-architecture/>.
- [16] Adorama. 10 best smart home devices.
<https://www.adorama.com/alc/10-best-smart-home-devices>.

- [17] Felix Richter. What the amazon echo is actually used for.
<https://www.statista.com/chart/6080/amazon-echo-usage/>.
- [18] ihouse išmanieji namai.
<https://www.ihouse.lt/>.
- [19] Think light.
<https://thinklight.lt/>.
- [20] Būsto automatika.
<http://bustoaumatika.lt/>.
- [21] I. M. Dautartaitė M. Narvilas. Išmaniosios grandinės su arduino.
https://www.anodas.lt/index.php?route=information/download/download&download_id=14.
- [22] Arduino vs. raspberry pi: Which is better?
<https://www.circuitcrush.com/arduino-vs-raspberry-pi/>.