

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
KOMPIUTERIJOS KATEDRA

Kursinis darbas

Temperatūros stebėjimo sistemos kūrimas

Atliko: 3 kurso studentai:

Tomas Novikovas 4gr

Martynas Raila 1gr

Darbo vadovas:

Rytis Malakauskas

Vilnius

2016

Turinys

Anotacija	3
Summary	4
Įvadas	5
1. Reikalavimai?.....	6
2. Sistemos komponentai	6
2.1. Naudojama įranga	6
2.2. Naudojamos sistemos.....	7
2.3. Programavimo kalba ir bibliotekos	7
3. Termometro parengimas	9
3.1. Patalpa	9
3.2. Kompiuterio ir sensorių sujungimas	9
3.3. Prisijungimas prie Raspberry Pi kompiuterio	10
4. Termometro programavimas	11
4.1. Sensorių informacijos skaitymas.....	11
4.2. Lokalus informacijos saugojimas.....	11
4.3. Pranešimų siuntimai	11
4.4. Nustatymų failas.....	12
4.5. Duomenų perdavimas į virtualią mašiną.....	13
5. Virtualios mašinos konfigūracija	14
5.1. Pagrindinių programinių paketų instaliacija	14
5.2. Duomenų gavimas iš Raspberry Pi	14
5.3. „Cacti“ konfigūracija	14
6. Diagramų kūrimas „Cacti“ sistemoje.....	15
7. Testavimas.....	16
Išvados.....	17

Anotacija

Kursinio darbo užduotis yra sukurti VU MIF superkompiuterio patalpos temperatūros bei oro drėgnio matavimo sistemą. Termometrui kurti naudojamas Raspberry Pi kompiuteris. Sukurta sistema geba matuoti temperatūrą ir oro drėgnį VU MIF superkompiuterio patalpoje. Temperatūra ir oro drėgnis yra diagramų pagalba pavaizduojamas „Cacti“ sistemoje, kurią universitetas naudoja sekti naudojamų serverių ir kitų įrenginių būsenai. Taip pat sistema turi galimybę siųsti elektroninius laiškus, kai sugenda vienas iš sensorių arba temperatūra ar oro drėgnis patalpoje peržengia numatytas ribas.

Summary

Temperature monitoring system development

Coursework assignment is to create the Coursework assignment is to create the VU MIF supercomputer room temperature and air humidity measurement system. A Raspberry Pi computer is used to create the thermometer. The developed system is able to measure the temperature and air humidity in the VU MIF supercomputer room. Temperature and humidity are depicted in graphs via Cacti system, which University uses to track use of servers and the status of other equipment. The system also has the ability to send e-mails when one of the sensors fails or the temperature or humidity in the room goes beyond the limits imposed.

Išvadas

Projekto užduotis yra sukurti VU MIF superkompiuterio patalpos temperatūros bei drėgnio matavimui skirtą termometrą. Šis termometras bus naudojamas VU MIF darbuotojų, kurie atsakingi už superkompiuterio veikimą. Termometras taip pat turi būti suderinamas su jau veikiančia „Cacti“ sistema, kurią naudoja VU MIF darbuotojai. Ši sistema yra skirta stebėti įvairių universitete esančių serverių ar kitų kompiuterinių prietaisų apkrovą, būseną, temperatūrą ir panašiai.

Šiuo metu temperatūra ir oro drėgnis VU MIF superkompiuterio patalpoje yra matuojamas su paprastu skaitmeniniu termometru, kuris yra pritvirtintas priešais kamerą. Šis matavimo būdas nėra pats geriausias, nes nuolat reikalauja šviesos. Jei patalpoje tamsu – termometro ekrane nieko nesimatys. Be to, neįmanoma stebėti kaip keičiasi temperatūra ar oro drėgnis patalpoje laikui bėgant. Matoma tik reikšmė esamu laiku. Taip pat termometras užstoja dalį vaizdo, kurį stebi vaizdo kamera.

Su šiuo, jau sukurtu termometru temperatūrą ir oro drėgnį bei jų pokyčius galima stebėti „Cacti“ sistemoje. Termometras taip pat geba siųsti pranešimus į nurodytus elektroninio pašto adresus, jei vienas iš sensorių sugenda arba oro temperatūra ar drėgnis patalpoje pakyla arba nusileidžia per daug. Be to, termometras yra nesunkiai praplečiamas. Tai yra, nesunkiai pridedama daugiau duomenis matuojančių sensorių, jei atsirastų noras oro temperatūrą ir drėgnį matuoti ne tik superkompiuterio patalpoje, bet ir kitose vietose.

Šio aprašo tikslas yra aprašyti sukurtą termometrą, bei jo funkcionalumą. Pirmame skyriuje aprašyti užduoties reikalavimai. Antrame skyriuje aprašyti sistemoje naudojami komponentai. Trečiame skyriuje aprašytas termometro konstravimas, bei sujungimas. Ketvirtame skyriuje aprašytas programos, naudojamos gauti duomenis iš sensorių kūrimas. Penktame skyriuje aprašytas virtualios mašinos ir joje esančios „Cacti“ sistemos konfigūravimas. Šeštame skyriuje aprašyta, kaip naudojant „Cacti“ sistemą yra kuriamos diagramos. Septintame skyriuje aprašytas visos sukurtos sistemos testavimas.

1. Reikalavimai?

2. Sistemos komponentai

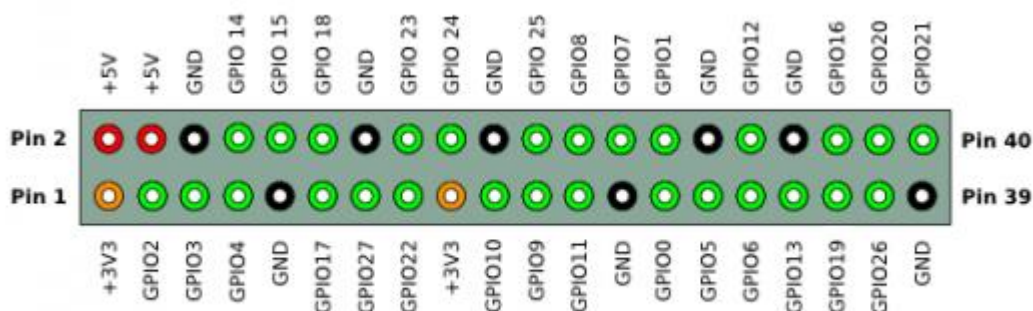
Reikia kažką parašyti

2.1. Naudojama įranga

Termometrui naudojamas „Raspberry Pi 2 Model B“ kompiuteris. Jame įdiegta „Raspbian“ operacinė sistema. „Raspbian“ yra paremta „Debian“ operacine sistema optimizuota veikti su „Raspberry“ programine įranga.

„Raspberry Pi 2“ turi keturiasdešimt bendros paskirties įvesties ir išvesties jungčių, toliau GPIO, (GPIO – General Purpose Input Output), kurios naudojamos kaip sąsaja tarp kompiuterio ir kitų įrenginių. Iš keturiasdešimties jungčių (žr. 1 Pav.) dvi yra skirtos penkių voltų elektros srovės įtampai (raudona spalva), dvi – trijų voltų įtampai (oranžinė spalva), aštuonios jungtys – įžeminimui (juoda spalva) ir likusios 28 – įvesties ir išvesties duomenims siųsti (žalia spalva).

Bendros paskirties įvesties ir išvesties jungtys yra numeruojamos dviem būdais: eilės numeriu



1 Pav. Bendros paskirties įvesties ir išvesties jungtys

ir jungties numeriu. Eilės numeriu yra numeruojamos visos jungtys, jungties numeriu tik jungtys skirtos siųsti arba gauti duomenis (žalia spalva). Visame apraše jungtys bus numeruojamos jungties numeriais, nes įtampos bei įžeminimo jungčių numeriai neturi reikšmės ir programos kode yra naudojami tik jungčių numeriai.

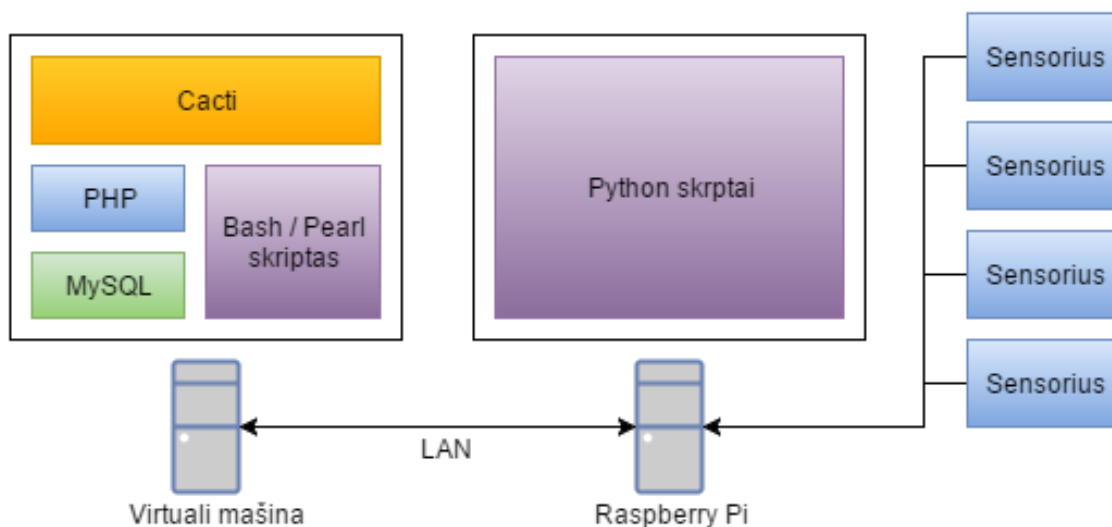
Temperatūrai ir drėgniui matuoti naudojami „AM2302/DHT22“ sensoriai. Sensoriai yra pritaikyti naudoti su 3 voltų ir 5 voltų elektros srovės įtampa. Maksimalus atstumas, kuriuo sensorius veikia yra šimtas metrų. Dažniausias intervalas, kuriuo gali būti renkami duomenys – dvi sekundes. Šie sensoriai pasirinkti dėl to, kad šių sensorių gavome iš projekto vadovo, jų funkcionalumo pilnai užtenka įgyvendinti projektą, yra pigūs bei turi biblioteką programavimui.

Sensorius turi keturias jungtis. Pirma skirta tiekti elektros srovę į sensorių, antra – duomenims gauti, o trečia ir ketvirta – įžeminimui. Nors sensorius turi dvi įžeminimo jungtis, užtenka naudoti tik vieną. Todėl projekto metu sensorių įžeminimui naudosime ketvirtą jungtį.

Sensorių jungimui prie kompiuterio naudojami vytos poros UTP kabeliai (angl. UTP twisted-pair). Tokie kabeliai pasirinkti dėl to, kad juos gauname iš projekto vadovo ir jų pilnai užtenka įgyvendinti projektą.

2.2. Naudojamos sistemos

Mūsų projektą sudaro dvi sistemos (žr. 2 Pav.). Pirmoji – Raspberry Pi naudojanti termometro sistema, kuri surenka duomenis iš prie jos prijungtų matavimo sensorių. Antroji – virtuali mašina, kurioje veikia „Cacti“ sistema, priimanti duomenis iš pirmosios sistemos bei juos atvaizduojanti diagramose.



2 Pav. Naudojamų sistemų schema

Raspberry Pi sistemoje yra laikomos python programa, skirta nuskaityti duomenis iš prijungtų sensorių. Virtualioje mašinoje yra įrašyta „Cacti“ sistema, bei jai reikalingos PHP bibliotekos, taip pat „MySQL“ duomenų bazės valdymo sistema. Virtualioje mašinoje taip pat yra programa skirta gauti ir formatuoti duomenis gautus iš Raspberry Pi kompiuterio.

2.3. Programavimo kalba ir bibliotekos

Termometrui kurti naudojama „Python“ programavimo kalba. Ji pasirinkta dėl to, kad oficialius sensorių gamintojas „Adafruit“ pateikia biblioteką, parašyta šia kalba.

Bendrauti su sensoriais naudojama papildoma biblioteka „Adafruit_Python_DHT“. Tai biblioteka, sukurta specialiai DHT serijos sensoriams naudojamiems su „Raspberry Pi“. Biblioteka pritaikyta „Python 2.6/2.7“ versijai. Biblioteka yra nemokama. Licencija leidžia biblioteką bei su biblioteka susijusius failus naudoti, keisti, parduoti ar licencijuoti.

Pagrindiniai naudojami bibliotekos metodai yra `read` ir `read_retry`. Tai metodai, kurie gauna sensoriaus tipą, jei jungties numerį ir grąžina iš sensoriaus nuskaitytą kortęžą (angl. Tuple) su oro drėgniu ir temperatūra. Skirtumas tarp metodų tas, kad metodas „`read`“ iš sensoriaus duomenis skaito tik vieną kartą ir grąžina nuskaitytą kortęžą, o metodas „`read_retry`“ duomenis skaito penkiolika kartų ir grąžina pirmą nuskaitytą netuščią kortęžą. Tokie du beveik vienodi metodai yra

naudojami dėl to, kad pasitaiko atvejų, kai iš pirmo karto nepavyksta gauti sensorių nuskaitytos informacijos su temperatūra ir oro drėgniu ypatingai, kai sensorius yra sujungtas ilgesniais laidais. Informacijos iš sensoriaus pirmu kartu gauti nepavyksta dažniausiai dėl to, kad baigiasi atsakymo iš sensoriaus laukimo laikas.

3. Termometro parengimas

Viena iš užduočių kursinio darbo metu yra ne tik suprogramuoti termometrą, kuris matuotų oro temperatūrą ir oro drėgnį VU MIF superkompiuterio patalpoje, bet ir sukonstruoti patį termometrą ir paruošti jį naudojimui. Termometras turi būti lengvai tobulinamas, t. y. turi būti nesunku pridėti papildomų dalių ar papildomų sensorių. Termometras vienu metu daugiausiai gali turėti keturis aktyvius sensorius dėl Raspberry PI jungčių, kurios teikia elektros srovę sensoriams, kiekio. Norint su Raspberry Pi naudoti daugiau sensorių reikia juos jungti prie atskiro srovės šaltinio.

3.1. Patalpa

Patalpa, kurioje stovi VU MIF superkompiuteris yra apytiksliai 8 metrų ilgio ir 5 metrų pločio. **(PATIKSLINTI)**. Išilgai per vidurį patalpos stovi superkompiuteris ir visą patalpą padalina į dvi dalis, vadinamas karštąja ir šaltąja zonomis.

Karštoji zona yra ta pusė, į kurią išpučiamas šiltas oras iš superkompiuterio. Ši superkompiuterio pusė yra šiltesnė ir oro temperatūra yra šiek tiek aukštesnė, apie 20-24°C. Šaltoji zona yra ta pusė, kurioje superkompiuterio vėsinimui paduodamas šaltas oras ir kondicionierių. Temperatūra šioje zonoje siekia apie 14-19°C.

3.2. Kompiuterio ir sensorių sujungimas

Sensoriai pastatyti keturiuose patalpos kampuose prie lubų. Du šaltojoje ir du karštojoje zonoje. Kompiuteris, prie kurio laidais jungiasi sensoriai yra užkeltas virš pakabinamų lubų, netoli vieno sensoriaus karštojoje zonoje. Atstumai nuo kompiuterio iki sensorių yra apytiksliai: karštojoje zonoje – 1 metras ir 8 metrai, šaltojoje zonoje – 4 metrai ir 8 metrai. Žinoma laidai, skirti sujungti sensorius su kompiuteriu yra ilgesni, nes ne visi laidai nutiesti tiesiai iki sensoriaus, taip pat šiek tiek laido yra palikta atsargai.

Sensorių sujungti su kompiuteriu naudojame ilgus UTP kabelius ir trumpus pereinamus laidus su antgaliais, kurie tiek kompiuterio, tiek sensorių jungtis jungia su UTP laidu. Sensoriui sujungti reikalingi trys laidai, kurie jungiami į tam skirtas Raspberry Pi jungtis ir į teisingas jungtis sensoriuje. **Čia reikia schemas**

Sensoriui sujungti naudojami trys UTP kabelio laidai. Vienas elektros srovei, antras duomenims siųsti ir trečias – įžeminimui. Sutarta, kad kiekvienam elektros srovės laidui naudojame <> spalvos laidus, duomenims siųsti – <> spalvos laidus, o įžeminimui – <> spalvos laidus(**čia reikia parašyti spalvas**). Tokiu būdu nesunku susigaudyti, ką kuris laidas daro. Trys skirtingos spalvos naudojamos dėl to, kad ilgais atstumais siunčiant duomenis tuo pačiu laidu kaip ir elektros srovę, informacija gali būti pakitusi dėl susidariusių elektromagnetinių laukų.

3.3. Prisijungimas prie Raspberry Pi kompiuterio

Prisijungti prie Raspberry Pi kompiuterio, stovinčio VU MIF superkompiuterio patalpoje, galima dviem pagrindiniais būdais. Pirmas būdas prisijungti prie kompiuterio yra naudojant monitorių ir klaviatūrą. Tačiau taip daryti nepatogu, nes kompiuteris guli gana aukštai. Antras būdas – prisijungti prie kompiuterio nuotoliniu būdu naudojant SSH (Secure Shell) protokolą. Raspberry Pi kompiuteris savo programinėje įrangoje turi pagal nutylėjimą įjungtą SSH serverį. Prisijungti prie kompiuterio galima tik naudojant kitą kompiuterį, esantį tame pačiame tinkle. Tokiu būdu prisijungus prie Raspberry Pi kompiuterio galima naudotis tik komandine eilute, tačiau to pilnai užtenka.

4. Termometro programavimas

Kita užduotis jau sukonstravus termometrą yra sukurti programą, kuri gebėtų nuskaityti prijungtus sensorius, apdoroti informaciją. Šiame skyriuje yra aprašytas programos, esančios Raspberry Pi kompiuteryje funkcionalumas. Programa gali perskaityti informaciją iš prijungtų sensorių, saugoti informaciją lokaliai ir siųsti pranešimus esant tam tikroms sąlygoms. Taip pat programa turi nustatymų failą, kuris yra naudojamas programoje.

4.1. Sensorių informacijos skaitymas

Informacija iš sensorių yra skaitoma naudojant jau aprašytą Python programavimo kalbos biblioteką. Siekiant programą padaryti kuo labiau dinamišką (lengviau pildomą ir plečiamą), visi naudojami Raspberry Pi jungčių numeriai (GPIO numeriai) yra surašyti į nustatymų failą. Programa nuskaityti visus jungčių numerius, patikrina ar numeriai tikrai yra visų įmanomų GPIO jungčių sąrašo ir juos sudeda į sąrašą. Ciklo pagalba yra nuskaityta kiekviena jungtis ir informacija yra surašoma į vieną žodyną (angl. dictionary) tolimesniam informacijos naudojimui.

4.2. Lokalus informacijos saugojimas

Kiekvieną kartą, kai programa yra paleidžiama ir nuskaityti duomenys jie yra lokaliai saugomi Raspberry Pi. Metodus panaudoja žodyną su visomis temperatūros ir oro drėgnio reikšmėmis ir šiuos duomenis išsaugo faile.

Siekiant išvengti labai didelių failų nuspręsta kiekvieną dieną kurti po naują failą saugoti duomenims. Failo pavadinimas – pilna dienos data: metai, mėnesis ir diena. Tai padaroma kiekvieną kartą prieš rašant duomenis tikrinant sistemos datą. Jei failas su esama data jau yra sukurtas, tai duomenys tiesiog įrašomi į failo apačią. Jei failas neegzistuoja, tai prieš rašant yra sukuriamas.

Kadangi programa privalo būti leidžiama su administratoriaus „root“ teisėmis, tai ir sukurti failai priklauso administratoriui. Jei failas paleidžiamas kito vartotojo, vartotojas sukurtą failą su saugomais duomenimis peržiūrėti negali. To išvengiama kode po failo sukūrimo pakeičiant failo savininkus į vartotoją, kuriam priklauso direktorija iš kurio programa paleidžiama.

4.3. Pranešimų siuntimai

Programa taip pat turi funkciją siųsti elektroninius laiškus apie termometro veikimą. Šiuo metu pranešimai yra siunčiami tuo atveju, kai nepavyksta gauti duomenų iš nurodyto sensoriaus arba kai viena iš nuskaitytų reikšmių yra didesnė negu numatytos minimalios ir maksimalios temperatūros bei oro drėgnio reikšmės.

Tai padaroma tikrinant jau užpildytą žodyną su temperatūros bei drėgnio reikšmėmis. Jei nors viena reikšmė yra be duomenų arba didesnė / mažesnė už numatytus režius – elektroninis laiškas yra siunčiamas. Minimali leidžiama temperatūra yra 10 laipsnių, maksimali – 30 laipsnių.

Minimalus oro drėgnis yra 30 procentų, o maksimalus – 70 procentų. Minimalios ir maksimalios reikšmės nustatytos naudojant apytikslius duomenis testavimo metu ir naudojant apytiksles kondicionierių, stovinčių VU MIF superkompiuterio patalpoje reikšmes.

Elektroniniai laišakai yra siunčiami naudojant Gmail elektroninį paštą. Prieš siuntimą žinutė yra suformatuojama, surašomos sensorių reikšmės ir į siuntėjo adreso laukelį įrašomas sukurtos Gmail paskyros adresas. Elektroninių laiškų gavėjai yra nuskaitomi iš nustatymų failo.

Viena iš idėjų kursinio darbo metu buvo siųsti ne tik elektroninius laiškus, bet ir trumpąsias SMS žinutes, naudojant internetines žinutes. Šios idėjos nepavyko įgyvendinti, nes daugelis internetinių SMS žinučių tiekėjų paslaugos Lietuvoje neteikia, jos yra mokamos arba prie žinučių pridedamos reklamos. Be to, nusprendėme neviešinti telefono numerių, nes yra galimybė, kad numerius pradės naudoti reklamuoti prekes ar paslaugas.

Raspberry Pi turi galimybę įdiegti modulį su SIM kortele. Tai leistų siųsti SMS žinutes, tačiau ši galimybė buvo apsvastyta per vėlai ir atsisakyta dėl laiko stokos.

4.4. Nustatymų failas

Visi nustatymai ir duomenys, reikalingi gauti duomenis iš sensorių ir elektroninio pašto adresai yra laikomi nustatymų faile. Paleidus programą patikrinama ar failas yra parašytas be klaidų, nuskaitomi reikiami duomenys ir vėliau naudojami programoje.

Pirma idėja buvo nenaudoti nustatymų failo ir visus naudojamus duomenis nurodyti komandinėje eilutėje paleidžiant programą. Tačiau kaskart leidžiant programą reikėtų nurodyti visus sensorius, kurių gali būti daug, taip pat teisingai nurodyti visus elektroninio pašto adresus. Tai yra nepatogu ir sunku pakeisti ar papildyti. Nustatymų failas leidžia lengviau keisti ir pildyti naudojamus duomenis.

Norint paleisti programą, failas turi būti suformatuotas teisingai. Nustatymų faile saugomi trys reikalingi nustatymai, kurie turi prasidėti teisingais žodžiais:

- Sensoriaus tipas. Turi prasidėti žodžiu: „type:“
- Naudojamos GPIO jungtys. Turi prasidėti žodžiu: „gpio:“
- Elektroninio pašto adresai. Turi prasidėti žodžiu: „email:“

Po dvitaškių kiekvienoje eilutėje yra nurodomi duomenys turi būti atskiriami tarpais ir negali būti tušti. Išimtis yra sensoriaus tipas. Jei nenurodytas joks tipas, bus programoje bus naudojamas 2302 sensorių tipas. Visos tuščios eilutės ir eilutės, kurios prasideda su grotelių ženklu (#) yra ignoruojamos.

Ištrynus nustatymų failą ir kitą kartą leidžiant programą automatiškai yra sugeneruojamas naujas nustatymų failas, kuriame reikės prie atitinkamų eilučių įrašyti norimus duomenis. Kitu atveju programa nepasileis ir duomenų iš sensorių gauti nebus įmanoma.

4.5. Duomenų perdavimas į virtualią mašiną

Raspberry Pi įrašyti SNMP (angl. Simple Network Management Protocol) ir SNMPD programų paketai. SNMP konfigūracijos faile pridėti papildomi parametrai, kuriuose buvo nurodytas IP adresas, į kurį bus siunčiami duomenys (Virtualios mašinos IP adresas), bei komanda su unikaliu OID numeriu, kuris paleis „Python“ kodą sistemoje, gražinantį duomenis iš sensorių. OID yra unikalus objektą identifikuojantis numeris, naudojamas atskirti SNMP žinutes. Pasinaudojus „snmpwalk“ funkcija bei komandai priskirtu OID numeriu, terminale atrenkamas vienas tikslus OID, kuris gražina reikalingus duomenis. Šis OID naudojamas gauti sensorių duomenims iš Raspberry PI virtualios mašinos „Bash / Perl“ skripte.

5. Virtualios mašinos konfigūracija

čia reikia kažką parašyt

5.1. Pagrindinių programinių paketų instaliacija

Virtualioje mašinoje pirmiausia buvo įrašytas „cacti-spine“ programų paketas. Jis įrašo visus papildomus programų paketus reikalingus funkcionaliam „Cacti“ darbui („apache2“, „PHP 7“, „MySQL 5.2“). Instaliacija turi patogų įrašymo procesą ir yra intuityvi, leidžianti sukurti visus reikalingus vartotojo prisijungimus prie programų instaliacijos procese. Taip pat įrašyti SNMP ir SNMPD programų paketai, leidžiantys gauti bei siųsti informacija SNMP protokolu. SNMP konfigūracijos faile buvo pridėta papildomi parametrai, kuriuose buvo nurodyta IP adresas, iš kurio bus gaunami duomenys (Raspberry Pi IP adresas).

5.2. Duomenų gavimas iš Raspberry Pi

Virtualioje mašinoje taip pat buvo sukurtas „Bash / Perl“ skriptas, kuris kas penkias minutes kreipiasi į Raspberry Pi per SNMP protokolą. Pasinaudojus „snmpget“ funkcija bei unikaliu OID, gaunami duomenys iš sensorių. Duomenys po to yra suformatuojami „Perl“ kodo pagalba, tokiu formatu: „pavadinimas:vertė pavadinimas:vertė pavadinimas:vertė ir t.t.“. Šioje vietoje „Perl“ kodas pasirūpina, kad duomenų formatas būtų priimtinas „Cacti“ sistemai.

5.3. „Cacti“ konfigūracija

Virtualios mašinos naršyklėje įvedus „http://(virtualios mašinos IP adresas)/cacti“, vartotojas pasiekia internetinę „Cacti“ instaliaciją, kurioje sistema parodo reikalingus ir įrašytus programų paketus, bei leidžia pasirinkti, kokias „Cacti“ komponentų versijas norėsime naudoti. Pabaigus instaliaciją, prie „Cacti“ sistemos galima prisijungti suvedus atitinkamus prisijungimo duomenis. Pirmą kartą prisijungiant reikia įvesti iš anksto numatytus vartotojo duomenis (vartotojas: admin, slaptažodis: admin). Po prisijungimo vartotojas yra priverstas pasikeisti savo slaptažodį.

6. Diagramų kūrimas „Cacti“ sistemoje

Pirmiausia sukuriamas naujas datos įvedimo metodas (angl. Data Input Methods). Norint tai padaryti reikia užpildyti pavadinimo, pasirinktos įvesties tipo ir sistemos kelio iki skripto, kuris gražina duomenis, laukus. Norint perduoti papildomus parametrus skriptui – reikia prie kelio iki failo pridėti papildomus kintamuosius. Nurodžius papildomus parametrus reikia kiekvienam iš jų pridėti papildoma įvedimo laukelį (angl. Input Field). Jam suteikti pavadinimą ir „draugišką“ pavadinimą. Kiekvienai mūsų gaunamai duomenų „pavadinimas:vertė“ porai sukuriame po išvesties laukelį (angl. Output Field) su pavadinimu ir „draugišku“ pavadinimu.

Toliau konfigūruojant „Cacti“ sistemą yra sukuriamas naujas prietaisas (angl. Device). Įvedamas prietaiso aprašymas/pavadinimas ir IP adresas. Pasirenkamas šeimininko šablonas (angl. Host Template), šiuo atveju „Local Linux Machine“. Papildomų parametrų keitimas priklauso nuo situacijos ir nėra būtinas.

Sekantis žingsnis sukurti duomenų šaltinį (angl. Data Source). Pasirenkamas šeimininkas (angl. Host) iš pateikiamo sąrašo. Duomenų šaltiniui suteikiamas pavadinimas. Pasirenkame duomenų įvedimo metodas iš esamo sąrašo. Kiekvienam esamam įvedimo laukeliui duomenų įvedimo metode priskiriama vertė. Kiekvienam išvedimo laukeliui sukuriamas naujas duomenų šaltinio elementas, kuriame įvedame vidinį duomenų šaltinio pavadinimą ir prie išvesties laukelio pasirenkame norimą duomenų porą, kuri priklausys šiam duomenų šaltinio elementui.

Atlikus šiuos žingsnius gali būti sukuriamos duomenis atvaizduojančios diagramos. Diagramų valdymo lange, galime sukurti naują diagramą arba keisti jau esamas. Norint pavaizduoti duomenis diagramoje, turime pridėti naują diagramos elementą. Jam iš esamo sąrašo pasirenkamas šeimininkas. Iš duomenų šaltinių sąrašo pasirenkami mus dominantys duomenys, kuriuos apsirašėme išvesties laukeliuose duomenų šaltinyje. Pasirenkamos duomenis atvaizduojančios spalvos, diagramos elemento tipai ir konsolidacijos funkcija.

7. Testavimas

Programa, nuskaitanti duomenis iš sensorių buvo testuojama prijungiant sensorius prie jungčių ir leidžiant programą per patį Raspberry Pi. Vėliau, kai Raspberry Pi buvo sujungtas su sensoriais ir pastatytas VU MIF superkompiuterio patalpoje, testavimas buvo atliekamas jungiantis prie Raspberry Pi nuotoliniu būdu. Sensorių veikimas testuotas kartu su visa programa ir taip pat duomenis lyginant su esamu termometru superkompiuterio patalpoje.

„Cacti“ sistemos testavimas buvo atliktas virtualioje aplinkoje. Tam buvo pasitelkta virtualizacijos programa „VirtualBox“, kurios pagalba buvo sukurtos dvi virtualios mašinos su „Ubuntu 16.04“ operacinėmis sistemomis. Abi mašinos naudojo „bridged network“ tinklo adapterį, tam, kad gautų individualius vidinius IP adresus bei galėtų pasiekti internetą. Pirmoji mašina imitavo „Cacti“ serverį, o antroji – Raspberry Pi kompiuterį.

Taip pat nemažai laiko buvo skirta testuoti duomenų perdavimui per SNMP protokolą. Taip pat teisingai sukonfigūruoti virtualias mašinas, kad „Cacti“ serveris galėtų kreiptis į Raspberry Pi, o šis jam gražintų duomenis. Šioje vietoje padėjo „log“ failų stebėjimas ir pateiktos informacijos analizavimas.

Išvados