



**Vilniaus
universitetas**

Informatikos ir informatinio mąstymo mokomoji veikla

Išmanieji įrenginiai

Mokyklos pedagogika



Kuriame
Lietuvos ateitį
2014–2020 metų
Europos Sąjungos
fondų investicijų
veiksmų programa



**Vilnius
universitetas**

Informatikos ir informatinio mąstymo mokomosios veiklos sukurtos įgyvendinant projektą „Aukštųjų mokyklų tinklo optimizavimas ir studijų kokybės gerinimas Šiaulių universitetą prijungiant prie Vilniaus universiteto“ (Nr. 09.3.1-ESFA-V-738-03-0001), finansuojamą iš Europos socialinio fondo lėšų pagal 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 9 prioriteto „Visuomenės švietimas ir žmogiškųjų išteklių potencialo didinimas“ įgyvendinimo priemonę Nr. 09.3.1-ESFA-V-738 „Aukštųjų mokyklų tinklo tobulinimas“.

Metodinė medžiaga „Išmanieji įrenginiai“ skirta Mokyklos pedagogikos studijų programos moduliui „Informatikos didaktika“. Tikslinė grupė – būsimi informatikos pagrindinio ugdymo mokytojai. Medžiaga siejasi su informatikos, technologijų ir matematikos Bendrosiomis programomis, skaitmeninio turinio kūrimo pasiekimų sritimi. Atlikdami veikloje numatytas užduotis studentai, būsimieji mokytojai, išsiaiškina, kokias gyvenimiškas problemas sprendžiant naudojama išmanieji įrenginiai. Pateikiamas teorinis temos pagrindimas būsimam mokytojui, aptariamos pagrindinės sritys sąvokos.

Šios veiklos autorė: dr. Anita Juškevičienė

Redagavo: Viktoras Dagys

Vilnius, 2022

TEMA: Išmanieji įrenginiai

Tikslas

ugdytis informatinį mąstymą siekiant sumaniai spręsti realius gyvenimo uždavinius, automatizuoti jų sprendimą;

spręsti aplinkos problemas, kūrybiškai taikyti išmaniąsias technologijas ir į informatikos ir inžinerijos keliamus uždavinius žiūrėti iš šiuolaikinės visuomenės kūrybiškumo perspektyvos;

ugdytis poreikį savarankiškai tirti, ieškoti, nagrinėti ir kritiškai vertinti informaciją, skaitmeninius įrankius, programas, generuoti sau ir kitiems reikšmingas idėjas, kurti produktus, kūrybiškai modeliuoti sprendimus, juos sistemiškai vertinti.

Ryšys su bendrosiomis programomis

Informatika

5–6 klasė	7–8 klasė
6.3.1.1. Paieška internete užduotims atlikti 6.3.1.5. Įvairios kompiuterinės priemonės. 6.3.2.2. Automatizavimo samprata 6.3.2.3. Programų vykdymas	6.4.1.3. Integruotas projektas. 6.4.2.4. Programavimo aplinka 6.4.6.3. Skaitmeninių technologijų svarba aplinkosaugos sprendimuose

Technologijos

5–6 klasė	7–8 klasė
8.3.2.5. Elektronika Buitinės technikos raida ir elektronikos panaudojimas; Pagrindiniai elektronikos elementai ir elementarios elektrinės grandinės jungimas	8.4.2.5. Elektronika Pagrindiniai elektronikos gaminių elementai ir naudojamos technologinės medžiagos; Namų elektronikos gaminiai ir jų valdymas. Pasirinktinai: apšvietimas, apšildymas bute ir jo valdymas (reguliuojamieji laikmačiai ir t. t.); būsto apsauga (vietinis ir nuotolinis valdymas); buitiniai gaminiai su elektronikos elementais (nuotolinis valdymas ir t. t.).

Matematika

5–6 klasė	7–8 klasė
4.1. Atpažinti ir pavaizduoti kvadratą, stačiakampį, trikampį, apskritimą, skritulį. 5.1. Paprastais atvejais be matavimo įrankių įvertinti artimiausios aplinkos objektų ar daiktų parametrus (ilgį, plotą, tūrį, kampo didumą).	4.1. Atpažinti, pavaizduoti, apibūdinti paprasčiausias geometrines figūras (jų elementus). Taikyti žinias apie trikampį, keturkampius ir apskritimą, paprasčiausiems ir paprastiesiems uždaviniams spręsti, paprastiesiems teiginiams pagrįsti ar paneigti.

Ugdomi įgūdžiai

Pažinimo kompetencija

Socialinė, emocinė ir sveikos gyvensenos kompetencija

Kūrybiškumo kompetencija

Komunikavimo kompetencija

Mokinių amžius

5–8 klasė

Mokymosi priemonės

Darbo lapas. Automatinis durų atidarymas naudojant radijo dažnio (RFID) technologiją

Darbo lapas. Artimojo nekontaktinio ryšio (NFC) ženklelio programavimas

Darbo lapas. Mikrobanginė mažo nuotolio ryšio („Bluetooth“) technologija ir įrenginiai

Darbo lapas. Mikrobanginiu mažo nuotolio ryšiu („Bluetooth“) valdomas šviesos diodas

Teorinis pagrindimas. Medžiaga mokytojui

Įvadas

Siekiant didesnio gamybos tempo ir našumo, efektyvesnio medžiagų naudojimo, geresnės gaminių kokybės, saugumo, trumpesnės darbo savaitės, žmogaus monotoniško darbo pavadavimo ar trumpesnio gamyklų darbo laiko, žmogus naudoja automatizuotas sistemas.

Automatizuotos sistemos – tai programinės ir techninės įrangos derinys, sukurtas ir suprogramuotas taip, kad veiktų automatiškai, o žmogui nereikėtų pateikti įvesties duomenų ir nurodymų kiekvienai operacijai atlikti.

Techninė įranga – tam tikram tikslui pagamintas ar pritaikytas daiktas, ypač mechaninė ar elektroninė įranga, pavyzdžiui, ryšio įranga (mobilieji telefonai ir kita). Įrenginiai gaminami tam tikram tikslui, jie tobulinami ir dažnai gali veikti savarankiškai be žmogaus įsikišimo – tampa išmanūs.

Išmanusis įrenginys – tai elektroninis įrenginys, kuris gali prisijungti, dalytis ir sąveikauti su savo naudotoju, periferiniais įrenginiais ir kitais išmaniaisiais įrenginiais naudodamas jų jutiklius ir ryšio protokolus. Šiems įrenginiams būdingos šios svarbiausios savybės:

- **Aplinkos jutimas** – išmanieji įrenginiai naudoja jutiklius, kad pajustų supančią aplinką ir pagal išmatuotus įvykius atliktų įvairias užduotis.
- **Automatizavimas** – išmaniojo įrenginio gebėjimas automatiškai atlikti užduotį pagal tam tikrus įvykius. Pavyzdžiui, žmogui įėjus į kambarį įsijungia, o išėjus išsijungia šviesa.
- **Prieinamumas** – išmanieji įrenginiai suteikia vartotojams lengvą ir nuotolinę prieigą. Vartotojai gali valdyti ir stebėti išmanųjį įrenginį iš nutolusios vietos. Pavyzdžiui, vartotojai gali užrakinti arba atrakinti išmanųjį užraktą nuotoliniu būdu naudodami išmanųjį telefoną.
- **Konteksto suvokimas** – įrenginio gebėjimas analizuoti ir suprasti aplinką. Išmanusis įrenginys gali suprasti, kas vyksta aplink jį, ir atitinkamai atlikti įvairias užduotis. Pavyzdžiui, išmanusis užraktas gali automatiškai atsirakinti, kai prie durų priartėja konkretus asmuo.
- **Mokymasis** – išmanieji įrenginiai gali išmokti kitų jų naudojimo būdų ir keisti veiksmus, siekiant atlikti įvairias užduotis be jokių vartotojų nurodymų. Pavyzdžiui, išmanusis termostatas gali išanalizuoti vartotojo elgesį ir automatiškai reguliuoti temperatūrą, kad taupyėtų energiją.

Šias išmaniųjų įrenginių funkcijas sieja vienas bendras komponentas – išmaniųjų įrenginių jutikliai. Pavyzdžiui, įterptasis temperatūros jutiklis gali būti naudojamas išmaniajam termostatui įjungti esant iš anksto nustatytai temperatūrai (tai apima išmaniųjų įrenginių jutimo, automatizavimo ir savaiminio mokymosi funkcijas). Išoriniai jutikliai gali būti sujungti su išmaniaisiais įrenginiais naudojant įvairius ryšio protokolus (pvz., „ZigBee“, „Z-Wave“, BLE ir kt.) arba per debesiją¹. Išorinis jutiklis gali būti sukonfigūruotas su išmaniuoju termostatu taip, kad įsijungtų, kai vartotojas įeina į kambarį, o tai rodo konteksto suvokimą. Vartotojai taip pat gali nuotoliniu būdu valdyti išmaniuosius įrenginius, kurie gali būti susieti su įterptaisiais jutikliais, kad automatizuotų vykdomas užduotis.

Taigi jutikliai išmaniuosiuose įrenginiuose yra pagrindinės sudedamosios dalys, kurios įgalina minėtas svarbias išmaniųjų įrenginių funkcijas.

Tačiau įrenginio, kuriame yra tik jutiklių sluoksnis, negalima laikyti išmaniuoju įrenginiu, nes vien tik jutikliai be jokių automatizuoto duomenų apdorojimo galimybių negali užtikrinti jokių išmaniųjų prietaisų funkcijų (automatizavimo, konteksto suvokimo, savaiminio mokymosi ir kt.).

Apibendrinant, išmanusis įrenginys – elektroninis įrenginys, kuris paprastai palaiko ryšį su kitais įrenginiais ar tinklais bei gali veikti interaktyviai ir tam tikru mastu savarankiškai. Pavyzdžiui, išmanieji telefonai, planšetės, laikrodžiai, apyrankės, pakabukai. Taip pat tokie įrenginiai naudojami tam tikro lygio dirbtiniu intelektu.

Atsiradus išmaniesiems įrenginiams dažnai naudojama daiktų interneto sąvoka. Daiktų internetas (dar vadinamas aplinkos technologijomis) apibūdina fizinius objektus (arba tokių objektų grupes), kuriuose yra jutikliai, informacijos apdorojimo galimybės, programinė įranga ir kitos technologijos, kurios internetu ar kitais ryšių tinklais jungiasi ir keičiasi duomenimis su kitais įrenginiais, sistemomis ir žmogumi.

Išskiriami keli pagrindiniai belaidžių technologijų tipai, naudojami daiktų interneto srityje:

- Mobiliojo interneto (trečios, ketvirtos ir penktos kartos) technologijos;
- Belaidis internetas („Wi-Fi“);
- Mikrobanginė mažo nuotolio ryšio technologija („Bluetooth“);
- Radijo dažnio (angl. *radio-frequency identification*, RFID) technologija bei artimasis nekontaktinis ryšis (angl. *near-field communication*, NFC);

¹ debesiją, debesų kompiuterija (angl. *Cloud computing*), interneto paslaugų visuma, jungianti įvairiuose serveriuose esančius informacijos išteklius ir programinę įrangą, sudaranti sąlygas jais naudotis.

- Belaidžio tinklo protokolų specifikacija „Zigbee“.

Artimasis nekontaktinis ryšys (NFC) dažnai naudojamas mūsų gyvenime. Tai ryšys tarp išmaniųjų telefonų (ar kitų įrenginių), nustatomas juos priartinus vieną prie kito ir paliekant tarp jų ne daugiau kaip keleto centimetrų tarpą.

NFC technologiją, skirtą bekontakčiams ryšiams, 2002 metais sukūrė „Philips“ ir „Sony“ bendrovės. Tai trumpojo nuotolio pusiau dvipusio ryšio protokolas, kuriuo užtikrinamas paprastas ir saugus ryšys tarp įvairių įrenginių. NFC remiasi indukciniu ryšiu tarp siųstuvo ir priimančių įrenginių. Ryšys tarp dviejų suderinamų prietaisų vyksta kelių centimetrų atstumu, o veikimo dažnis yra 13,56 MHz.

Siųstuvas turi jutiklius, per kuriuos gauna signalus iš aplinkos ir juos (tiksliau, tų signalų kodus) siunčia imtuvui. Imtuvas juos priima. Jeigu imtuvą pasiekia pakankamai stiprūs signalai, imtuvas gali juos priimti būdamas pasyvus, t. y., nenaudodamas savo energijos šaltinio.

Veikiančios dvi NFC ryšio dalys skirstomos į inicijuojantį ir tikslinį įrenginius. Inicijuojantis yra įrenginys, kuris inicijuoja ir vadovauja keitimosi duomenimis tarp įrenginių procesui. Tikslinis įrenginys - tai įrenginys, kuris atsako į inicijuojančio įrenginio pateiktas užklausas.

NFC protokole išskiriami du veikimo būsenos: aktyvioji ir pasyvioji. Aktyvaus ryšio atveju abu įrenginiai naudoja savo energiją, kad sukurtų savo radijo dažnių lauką duomenims perduoti. Pasyvaus ryšio atveju radijo bangų lauką generuoja tik iniciatorius, o tikslinis įrenginys naudoja aktyvaus įrenginio sukurtą energiją.

Galima kalbėti apie tris artimojo nekontaktinio ryšio (NFC) elementus: NFC mobilųjį įrenginį, NFC ženklelį ir NFC skaitytuvą. NFC ženklelį sudaro lustas ir antena, jis neturi jokio maitinimo šaltinio. Ženklelis dirba elektromagnetinės indukcijos principu – jeigu arti yra inicijuojantis įrenginys, per kurį teka elektros srovė, tuomet ženklelyje taip pat sukeliama srovė. Yra įvairių ženklelių tipų su skirtingomis atminties talpomis, duomenų perdavimo greičiu. Vieni ženkleliai yra įrašomi tik kartą, į kitus duomenis galime įrašyti daug kartų ir juos užšifruoti ar ženklelį užrakinti (naujų duomenų įrašymo apribojimas).

Yra trys skirtingi NFC ryšio būdai (veiksenos): skaitytuvo ir rašytuvo, tarpusavio ryšio ir kortelės emuliacijos (žr. 1 pav.).



1 pav. NFC veikimo būdai

Skaitytuvo ir rašytuvo veikseną: NFC įrenginys veikia kaip NFC ženklelių, pavyzdžiui, bekontaktiųjų išmaniųjų kortelių ir RFID ženklelių, skaitytuvas. Naudodamas susidūrimo išvengimo mechanizmą, jis iš karto aptinka šalia esantį ženklelį. Jis gali skaityti duomenis iš aptikto ženklelio arba įrašyti duomenis į jį. Išmanieji plakatai, laišakai ar vizitinės kortelės yra šio veikimo būdo taikymo pavyzdžiai.

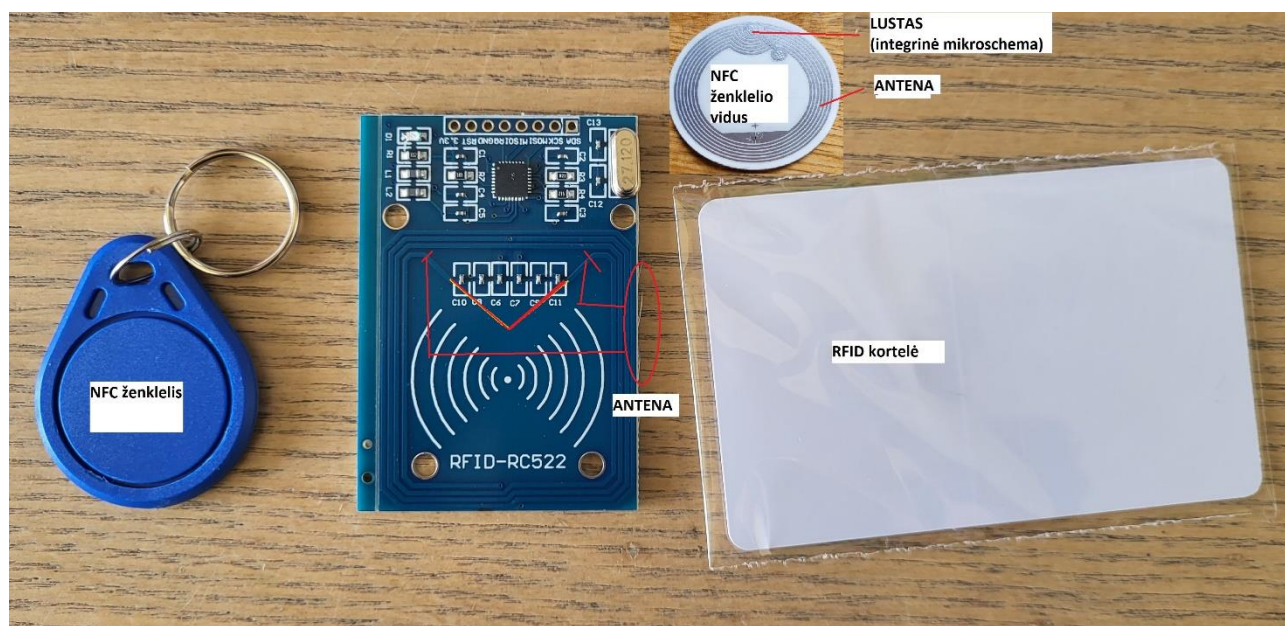
Tarpusavio keitimosi informacija (ryšio) veikseną: du įrenginiai su NFC funkcija gali keistis informacija tarpusavyje. Ši veikseną naudojama „Android Beam“ technologijoje. Keitimosi nuotraukomis, vizitinėmis kortelėmis ir pinigų pervedimo tarp draugų programėlės – tai keletas šios veiksenos taikymo pavyzdžių.

Kortelės emuliacijos veikseną: NFC įrenginys veikia kaip nekontaktinė išmanioji kortelė. Šiuo atveju mobilusis telefonas negeneruoja savo radijo dažnių lauko, o vietoj jo šį lauką sukuria NFC skaitytuvas. Taip savo mobiliąjį telefoną galime naudoti vietoj kreditinių, debetinių, tranzito, prieigos ir kitokių kortelių.

Panašiai veikia ir **radijo dažnio identifikavimo** (angl. *radio-frequency identification*, **RFID**) technologija – tai belaidžio identifikavimo radijo ryšiu technologija, jos sudėtiniai elementai yra ženklelis, skaitytuvas ir valdymo sistema. Valdymo sistema valdo duomenų perdavimą, ženklelio nuskaitymą ir įrašymą į jį. Duomenų srautas tarp ženklelio ir skaitytuvo yra nekontaktinis. Ši sistema naudojama ženklelyje esančiai informacijai įrašyti ir nuskaityti.

RFID – tai technologija, kuomet daiktai unikaliam identifikuojami naudojant radijo bangas, o NFC yra specializuotas RFID technologijos pogrupis. Skirtumas tarp RFID ir NFC technologijų tas, kad RFID leidžia nekontaktinį vienakryptį ryšį, kuris naudojamas įvairiais atstumais, o NFC leidžia palaikyti dvipusį ryšį, reikalaujantį naudotojo veiksmų. RFID technologiją galima naudoti dideliais atstumais, o NFC technologiją tik mažais atstumais. RFID ženkleliai paprastai gali būti nuskaityti iki 100 metrų atstumu, čia nereikia tiesioginio nuskaitymo. NFC reikalauja tiesioginio nuskaitymo, be to, reikia, kad bendraujantys įrenginiai būtų vienas nuo kito per kelis centimetrus. RFID ženkleliai gali būti greitai nuskaityti, todėl ši technologija puikiai tinka, pavyzdžiui, inventoriaus valdymui. NFC atveju vienu metu galima nuskaityti tik vieną NFC ženklelį, todėl NFC tinka bekontaktėms mokėjimo operacijoms.

RFID skaitytuvas sukuria aukšto dažnio elektromagnetinį lauką. Kai ženklelis atsiduria arti skaitytuvo, ženklelio antenos ritėje dėl indukcijos atsiranda įtampa (2 pav.) ir ženklelis perduoda skaitmeninius duomenis, paprastai inventerinį numerį, atgal į skaitytuvą.



2 pav. NFC ženklelis, NFC/RFID skaitytuvas, RFID kortelė

Mikrobanginis ryšys „Bluetooth“ yra mažo nuotolio belaidė technologija, suteikianti galimybę be laidų perduoti duomenis iš vieno skaitmeninio įrenginio į kitą, pavyzdžiui, iš kompiuterio į skaitmeninį fotoaparata ir atvirkščiai. Ši belaidė technologija veikia maždaug 10 metrų (aukštesnės klasės įrenginiai net iki 100 metrų) spinduliu. Paprastai, kai reikia, sujungiami du įrenginiai, bet kai kurie įrenginiai tuo pat metu gali būti prijungti prie kelių įrenginių. Ryšys užmezgamas nenaudojant laidų, be to, įrenginių nebūtina pastatyti vieno priešais kitą (kaip daroma naudojant infraraudonųjų spindulių technologiją). Pavyzdžiui, toks įrenginys veikia ir

tada, kai yra krepšyje arba kišenėje. Mikrobanginio „Bluetooth“ ryšio standartą taiko tūkstančiai įvairių įmonių visame pasaulyje.

Mikrobanginio „Bluetooth“ ryšio protokolas skirtas greitai ir automatiškai prijungti įvairius įrenginius (spausdintuvus, kišeninius kompiuterius, fotoaparatus ir kt.) prie kompiuterių ir vienas prie kito be laidų.

Mikrobanginio „Bluetooth“ ryšio taikymo sritys:

- mobiliųjų telefonų sujungimas, kad būtų galima keistis nuotraukomis, skambučių melodijomis, muzika ir pan.;
- kompiuterių periferinių įrenginių (pelės, klaviatūros, spausdintuvo ir pan.), prijungimas prie kompiuterio;
- ausinių prijungimas prie mobiliųjų telefonų, kad būtų galima naudotis laisvų rankų įranga (automobiliniai rinkiniai).

„Bluetooth“ ryšiui naudojami mažos galios, pigūs siųstuvai ir imtuvai, veikiantys iki 100 metrų atstumu, todėl puikiai tinka naudoti mobiliesiems įrenginiams.

„Bluetooth“ įrenginiai automatiškai aptinka ir susisiečia vienas su kitu, todėl ryšys tarp įrenginių yra labai paprastas.

„Bluetooth“ yra anglizuota skandinaviškojo *Blåtand/Blåtann* vardo versija. Tai karaliaus Haraldo, suvienijusio skirtingas danų gentis į vieną karalystę, pravardė (epitetas) *Bluetooth*. Aptariamą technologiją kūrėjai pasirinko šį vardą norėdamas pasakyti, kad „Bluetooth“ panašiai vienija ryšių protokolus.

„Wi-Fi“ belaidžio ryšio technologija leidžia realizuoti duomenų perdavimo tinklus panaudojant plačiajuostį radijo ryšį. „Wi-Fi“ ryšys, panašiai kaip ir „Bluetooth“, naudoja radijo bangas ir yra skirtas sparčiam duomenų perdavimui trumpais atstumais be laidinio ryšio. „Wi-Fi“ veikia suskaidydamas signalą į dalis ir perduodamas šiuos fragmentus keliais radijo dažniais. Šis metodas leidžia perduoti signalą mažesniu galingumu vienam dažniui, be to, tą patį „Wi-Fi“ siųstuvą gali naudoti keli prietaisai.

Vietinio belaidžio tinklo duomenys perduodami radijo bangomis nedideliu atstumu. Dažniausiai naudojami aukšto (2,4 GHz) ir labai aukšto (5 GHz) dažnio radijo bangų ruožai, o perdavimas reglamentuojamas IEEE 802.11 standartu. Tai belaidė technologija, naudojama kompiuteriams, planšetiniams kompiuteriams, išmaniesiems telefonams ir kitiems įrenginiams prijungti prie interneto. Taip pat „Wi-Fi“ vadinamas radijo signalas, siunčiamas iš belaidžio maršrutizatoriaus į netoliese esantį įrenginį.

„Wi-Fi“ nėra akronimas (terminas, kurį sudaro keli sudėtiniai žodžiai, sutrumpinimas, panaudojant tų žodžių pirmąsias – kartais ir kitas – raides), o rinkodaros įmonės specialiai sukurtas prekės ženklas.

„Bluetooth“ ir „Wi-Fi“ technologijos skiriasi savo paskirtimi ir galimybėmis. „Wi-Fi“ paprastai pranoksta „Bluetooth“ galimybes. „Bluetooth“ leidžia trumpais atstumais perduoti duomenis tarp prietaisų. Jis paprastai naudojamas mobiliųjų telefonų ausinėse, skirtose naudotis laisvų rankų įranga. Kita vertus, „Wi-Fi“ leidžia įrenginiams prisijungti prie interneto. „Bluetooth“ riboja vienu metu galinčių prisijungti įrenginių skaičių, o „Wi-Fi“ ryšiu gali prisijungti daugiau įrenginių ir daugiau naudotojų. Kadangi kiekvienam jungiančiajam įrenginiui reikia tik adapterio, paprastesnis naudoti yra „Bluetooth“ ir jam reikia mažiau energijos, nei „Wi-Fi“, nors tai pasiekama nuotolio ir duomenų perdavimo greičio sąskaita.

Darbo lapas. Automatinis durų atidarymas naudojant radijo dažnio identifikavimo (RFID) technologiją

5–8 klasėms

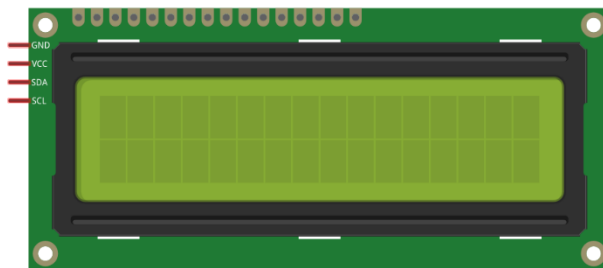
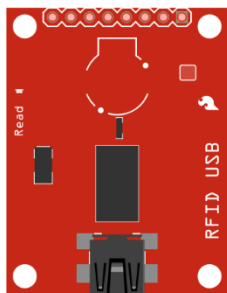
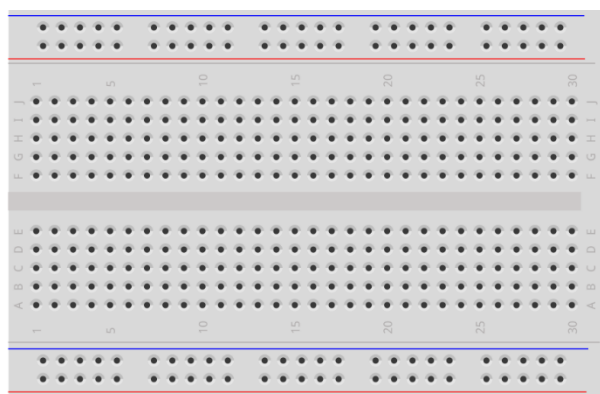
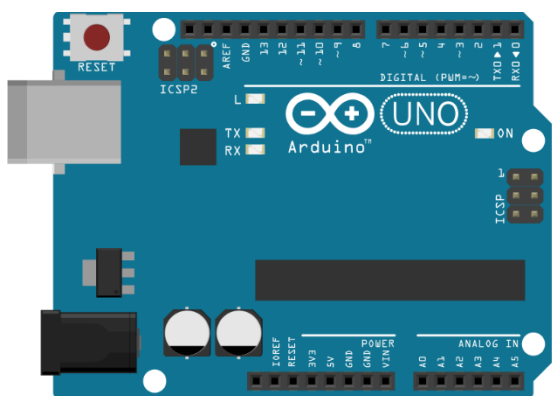
Bekontaktės technologijos jau beveik dešimtmetį taikomos išmaniosiose programėlėse ir integruotose lustinėse priemonėse, naudojamos bekontaktiems mokėjimams, tapatybės patvirtinimui, lankomumo stebėjimui ir panašiai. Apie 2000 metus bankų sistemose buvo naudojamos kortelės su magnetine juoste, o vėliau pradėti taikyti bekontaktio mokėjimo metodai. Atsirado artimojo nekontaktinio ryšio (NFC) ir radijo dažnio identifikavimo (RFID) technologijos.

RFID technologijos naudojamos kasdieniniame gyvenime: parduotuvėse, bibliotekose, sandėliuose, biuruose. Paplitę RFID technologija grįstos durų atrakinimo sistemos.

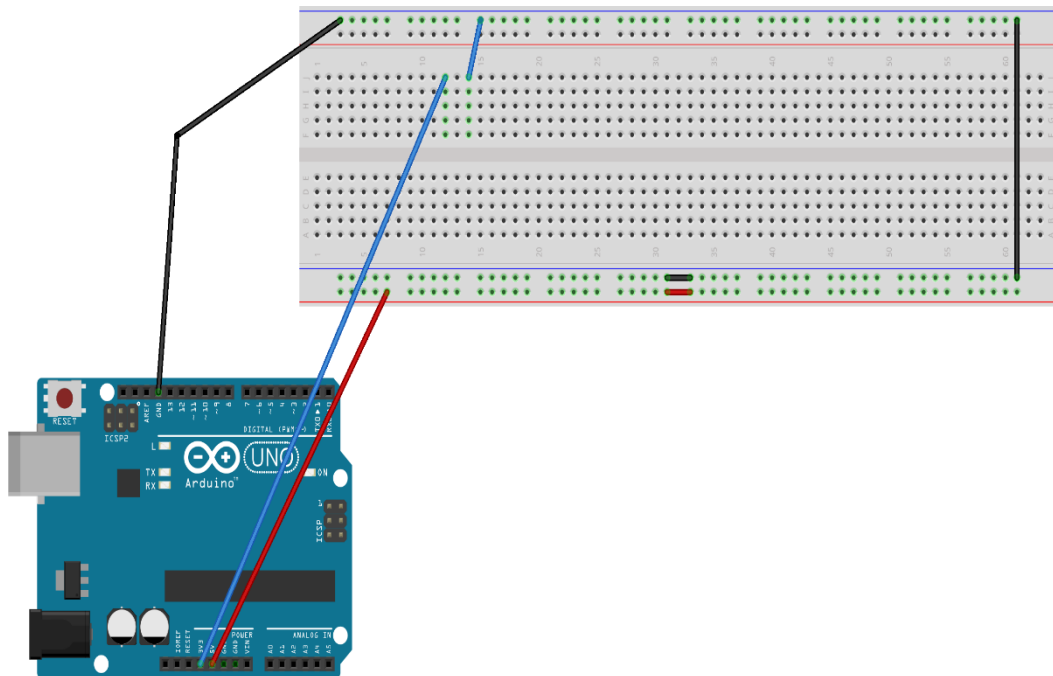
Praktinė užduotis 5–8 klasėms

Sukonstruokite RFID durų rakinimo sistemą.

Jums reikės „Arduino“ valdiklio, maketavimo plokštės, RFID skaitytuvo, vykdomojo variklio, skystųjų kristalų ekrano, papildomai 3-jų RFID kortelių ir jungiamųjų laidų:



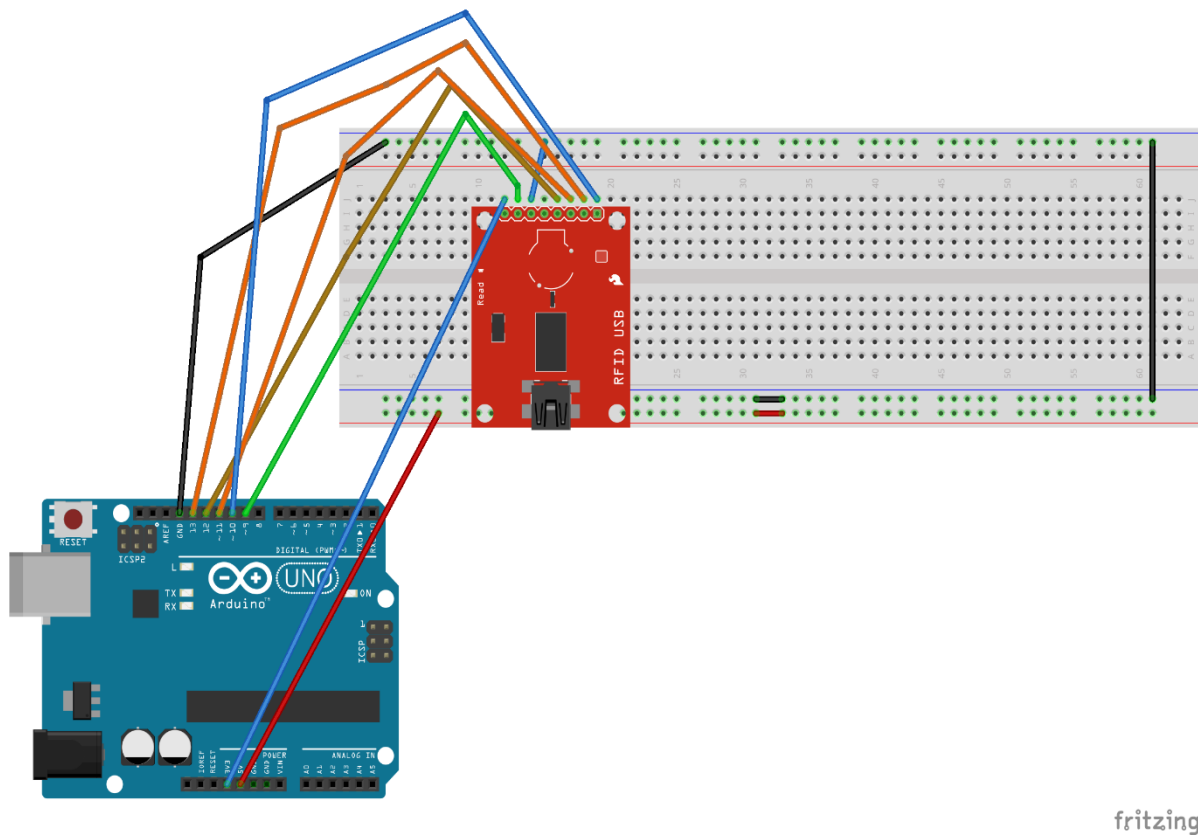
1. Sujunkite „Arduino“ ir maketavimo plokštę: prijunkite 5 V srovę iš „Arduino“ jungties 5V (raudonas laidas paveiksle) ir žemėnimą iš jungties GND (juodas laidas). Taip pat iš kitos GND jungties išveskite laidą (melsvas laidas) į maketavimo plokštę, kaip parodyta paveiksle.



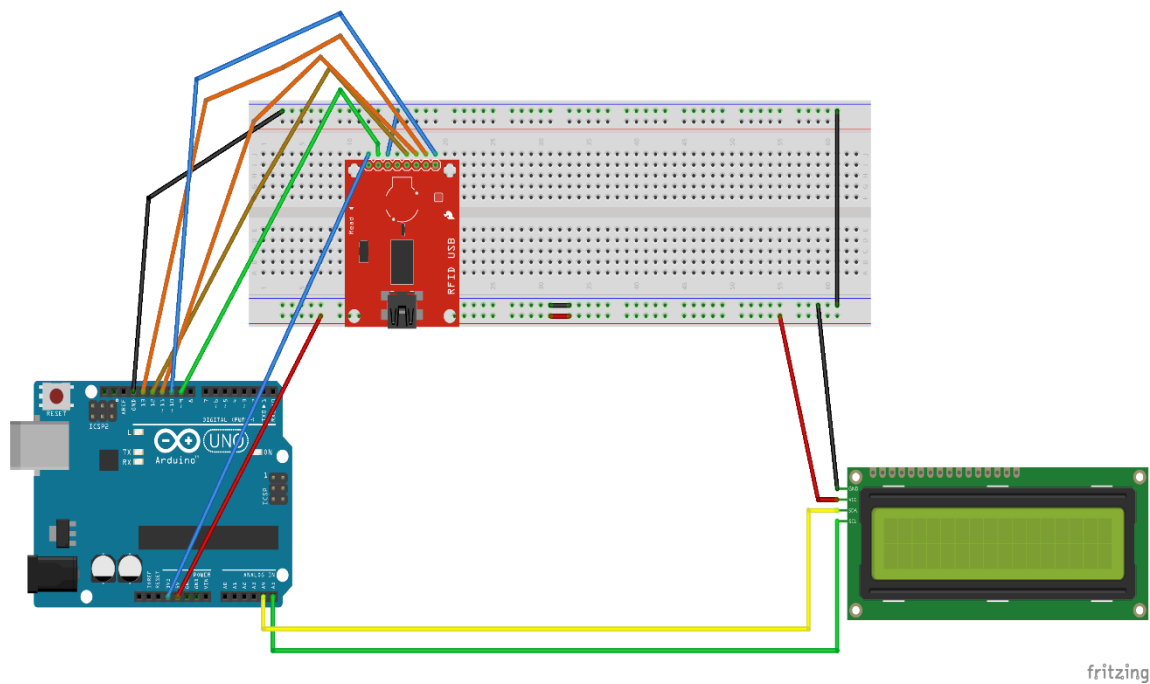
fritzing

2. Sujunkite NFC/RFID skaitytuvą su „Arduino“ išvadais tokiu būdu:

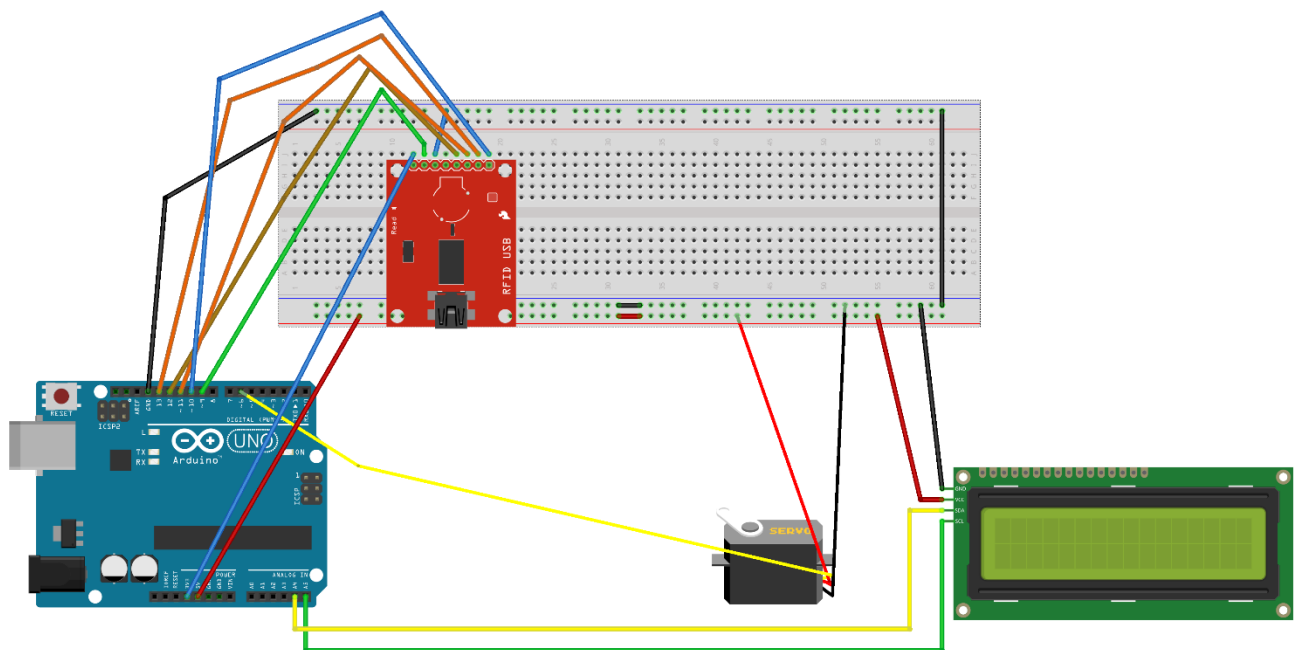
Skaitytuvo išvadai	„Arduino“ išvadai
SDA	10
SCK	13
MOSI	11
MISO	12
IRQ	neturi
GND	GND (žemėnimasis maketavimo plokštėje)
RST	9
3.3V	3.3V



3. Prijunkite skystųjų kristalų ekraną tokiu būdu: GND-GND, VCC-5V, SDA (geltonas laidas) - A4 „Arduino“ kaištis, SCL (žalias laidas) - A5 „Arduino“ išvadas.



4. Prijunkite vykdomąjį variklį: jo S išvadą (geltonas laidas) junkite prie „Arduino“ 6 išvado, „+“ išvadą prie 5V maketavimo plokštėje, o „-“ išvadą prie žeminimo maketavimo plokštėje. [S-6, „+“- 5V, „-“- GND]



fritzing

Toliau pateikiamas programos kodas, kurį reikia įkelti į „Arduino“ valdiklį. Valdiklis suprogramuotas taip: pateikus 1-ą kortelę vykdomasis variklis pasisuks, atsidarys spyna ir atpažintas asmuo bus įleistas į pastatą, o ekrane nurodyta, jog prieiga suteikta, pateikus 2-ą kortelę bus nurodyta kad jos galiojimo laikas baigėsi. Pateikus nenustatytą kortelę, durys neatsidarys, ekrane atsiras užrašas „Negalima“.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>
#include "SPI.h"
#include "MFRC522.h"
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
Servo myservo;
MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN);
MFRC522::MIFARE_Key key;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup() {

  lcd.begin();
  Serial.begin(9600);
  SPI.begin();
  myservo.attach(6);
  rfid.PCD_Init();
  Serial.println("Laukiama kortelės...");
  lcd.print("DEKIT KORTELE");
  myservo.write(0);
}

void loop() {
  // nuolat kartojama:
  if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent() || !rfid.PICC_ReadCardSerial())//jeigu nauja kortelė - nuskaityk jos numerį
    return;

  MFRC522::PICC_Type piccType = rfid.PICC_GetType(rfid.uid.sak);
```

```

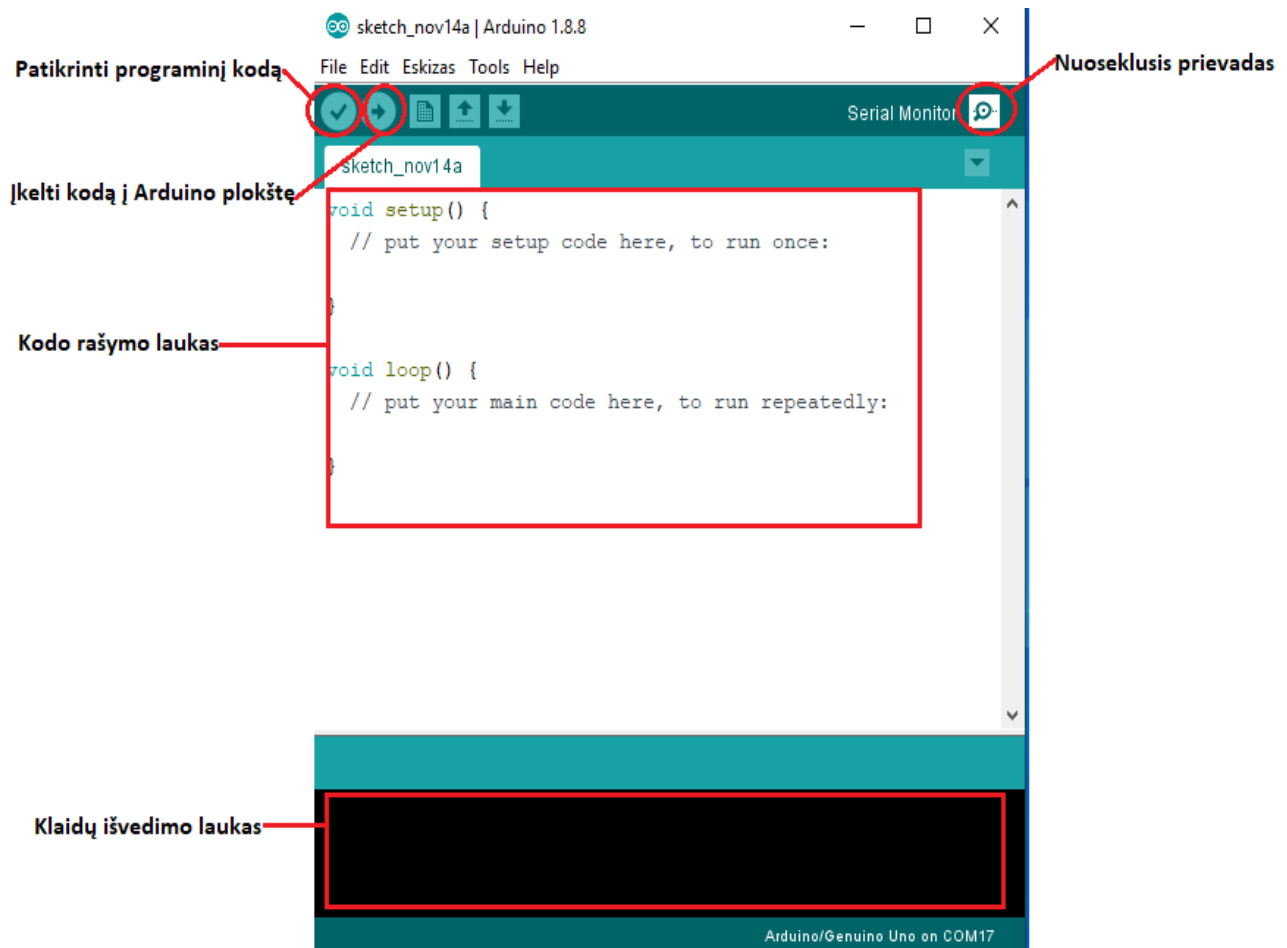
if (piccType != MFRC522::PICC_TYPE_MIFARE_MINI && //tikrina ar kortelė yra tinkamo tipo
    piccType != MFRC522::PICC_TYPE_MIFARE_1K &&
    piccType != MFRC522::PICC_TYPE_MIFARE_4K) {
    Serial.println(F("Kortelė netinkamo tipo.));
    return;
}
String strID = ""; // nustato kortelės numerį
for (byte i = 0; i < 4; i++) {
    strID +=
        (rfid.uid.uidByte[i] < 0x10 ? "0" : "") +
        String(rfid.uid.uidByte[i], HEX) +
        (i != 3 ? ":" : "");
}

strID.toUpperCase();
Serial.print("PridEta kortelE: ");
Serial.println(strID);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" PridEta kortelE:");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(strID);
delay(3000);
lcd.clear();

if (strID.indexOf("72:8A:77:89") >= 0) { //pirmos kortelės numeris;
    Serial.println("*****");
    Serial.println("**GALIMA**");
    Serial.println("*****");
    myservo.write(90);
    delay (1000);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("GALIMA");
    delay(10000);
    lcd.clear();
    delay (2000);
    myservo.write(0);
    lcd.print("DEKITE KORTELE");
    return;
}
else if (strID.indexOf("20:42:23:83") >= 0){ // antros kortelės numeris
    Serial.println("*****");
    Serial.println("**NEGALIOJA**");
    Serial.println("*****");
    lcd.print("NEGALIOJA");
    return;
}
else {
    Serial.println("*****");
    Serial.println("**NEGALIMA**");
    Serial.println("*****");
    lcd.println("NEGALIMA");
    delay(5000);
    lcd.clear();
    myservo.write(0);
    lcd.print("PRIDEKITE KORTELE");
    return;
}
}

```


Įkėlus kodą į „Arduino“ išbandykite, kaip veikia sukonstruota durų rakinimo sistema. Svarbu iš pradžių nustatyti visų turimų RFID kortelių numerius (pavyzdžiui, 72:8A:77:89) ir juos užsirašyti. Juos reikės įtraukti į savo programos kodą eilutėse „//pirmos (antros) kortelės numeris;“. Tai galima padaryti jau viską sukonstravus ir „Arduino“ programavimo aplinkoje nuspaudus nuosekliojo prievado („Serial Monitor“) mygtuką (žr. „Arduino“ IDE aplinkos paveikslą).



„Arduino“ IDE aplinka.

Paklauskite mokinių arba paprašykite surasti informacijos, kokiose srityse yra taikoma arba gali būti taikoma RFID technologija.

Pavyzdžiai

Švietimo ir mokslo srityje, RFID yra įdiegiama bibliotekose esančiose knygose, kurias skaitytojas gali pasiimti į namus. Ši technologija eliminuoja darbuotojų papildomas laiko sąnaudas knygų išdavimui ir priėmimui. Skaitytojas pats gali pasiimti knygas, o vėliau grąžinti į tam skirtą vietą.

Mokyklose, universitetuose pasitelkus RFID technologiją galime stebėti darbuotojų, studentų ir moksleivių judėjimą teritorijoje, užkirsti kelią nesankcionuotam patekimui ar išėjimui iš teritorijos.

Oro uostai RFID naudoja bagažo sekimui, automobilių saugojimo aikštelės transporto priemonių atpažinimui, logistikos įmonės – prekių savininkui, įrangos tipui, kilmės ir paskirties vietai nustatyti.

RFID ženkleliai gali būti gaminami įvairių formų ir dydžių bei pavidalų: kortelės, pakabukai, lipnios etiketės, kietieji žymekliai, mikroschemos ir pan.

Plačiau:

<https://www.atea.lt/sprendimai/saugumas-ir-stebesena/rfid/>

<http://kernel.lt/2010/09/rfid-technologija/>

Aptarkite konkretaus išmaniojo šaldytuvo RFID technologijos suteikiamus privalumus.

RFID šaldytuvas: <https://www.medicaexpo.com/prod/spacecode-sa/product-91605-736311.html>

„Spacecode“ medicininių šaldytuvų asortimentas apima specializuotus išmaniuosius RFID šaldytuvus, skirtus laboratorijoms, kraujo bankams ir antidopingo tarnyboms, kad būtų galima saugiai laikyti ir automatiškai sekti medicininius produktus, kraujo, šlapimo ir kitus laboratorinius mėginius, kai jie keliauja iš vienos vietos į kitą.

Laboratorijoms skirtas „Spacecode Medical Fridge“ (V4468) buvo sukurtas tam, kad būtų galima sekti jame laikomų farmacijos produktų fizinį judėjimą ir stebėti jų temperatūrą. Šiems gaminiams reikalingas griežtas valdymas ir kontrolė dėl jų svarbos gydant pacientus ir stebint vaistų vartojimą.

Speciali šviesos diodo komplektavimo žymeklio funkcija akimirksniu nustato tikslių vaistų dėžutės vietą, todėl sutaupoma brangaus laiko, apsaugoma nuo aplaidumo ir netinkamo daiktų padėjimo.

Šaldytuvą gali atidaryti tik įgaliotas personalas, naudodamas RFID prieigos kontrolę (arba biometrinių pirštų atspaudų atpažinimą), nuolat tiksliai fiksuojama, kas ir kada lankėsi prie įrenginio, kas buvo įdėta ar paimta ir kur įvyko operacija.

Palengvinkite aprūpinimą, sąskaitų faktūrų išrašymą ir išvenkite atsargų trūkumo

Užtikrinkite atitiktį, nes sumažinsite rankinių veiksmų, dėl kurių gali atsirasti klaidų, skaičių

Darbo eigos efektyvumas ir našumas

Reikšminga investicijų grąža

Atnaujinkite atsargas realiuoju laiku

Patikimas mėginių judėjimo stebėjimas ir atsekimas

Greitas atsargų skaičiavimas

Iš esmės pakeiskite saugos ir saugumo procesus

Užkirskite kelią švaistymui

RFID technologija „Decatlon“ parduotuvėse

RFID ženkleliai, dedami ant parduotuvėje esančių prekių, automatiškai atpažįstami, kai klientas naudojami savitarnos kasa.

Norėdami pasinaudoti paslauga, klientai įdeda prekę į savitarnos kasoje esančią dėžutę, kad būtų nuskaitytas ant prekės esantis RFID ženklelis ir nustatyta prekės kaina bei kita informacija.

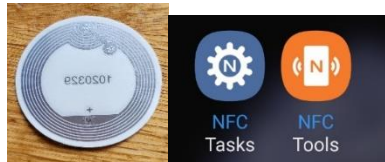
RFID ženkleliai taip pat leidžia atrinkti ir įvykdyti internetinius užsakymus. Užsakymai gali būti pristatomi tiesiogiai klientams per dvi valandas arba atsiimami iš parduotuvės.

Darbo lapas. Artimojo nekontaktinio ryšio (NFC) ženklelio programavimas

Užduotis 5-8 klasėms

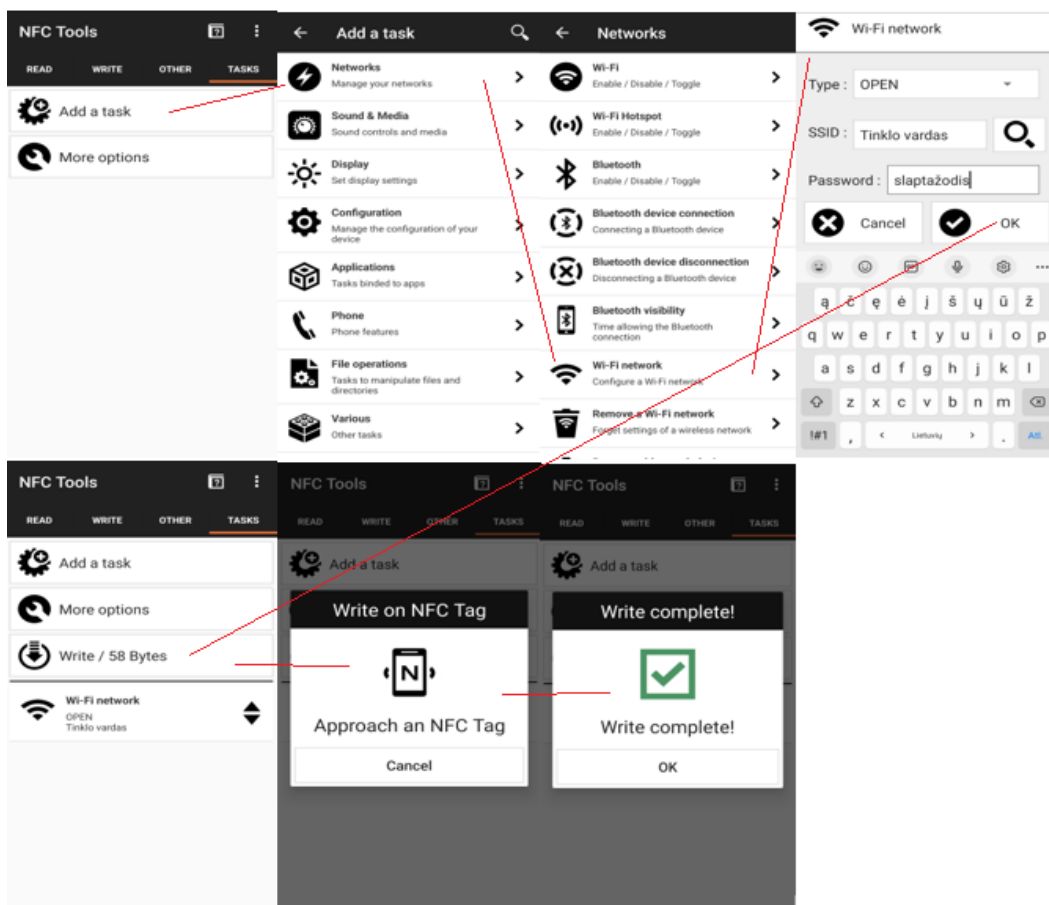
Šiai praktinei užduočiai reikės artimojo nekontaktinio ryšio ženklelių ir mobiliųjų telefonų su „Android“ operacine sistema, NFC funkcija ir atitinkamomis programėlėmis.

Į telefoną reikia atsisiųsti „NFC Tools“ ir „NFC Tasks“ programėles (3 pav.).



3 pav. NFC ženklelis ir „NFC Tasks“ bei „NFC Tools“ programėlių piktogramos

Atverkite „NFC Tools“ ir joje suprogramuokite prisijungimą prie bevielio interneto tinklo (4 pav.). Pasirinkite Tasks -> Add a task - Networks – Wifi network, įrašykite tinklo vardą ir slaptažodį, spauskite OK, spauskite Write ir pridėkite NFC ženklelį prie telefono nugarėlės, žemiau kameros – atsiradus užrašui Write complete! spauskite OK. Jūsų duomenys įrašyti.



4 pav. „NFC Tools“ programos aplinka

Dabar pridėjus šį suprogramuotą NFC ženklelį prie bet kurio telefono su įjungta NFC funkcija bus galima gauti prisijungimo prie interneto duomenis.

Pabandykite suprogramuoti ir kitus dalykus, pavyzdžiui, vizitinę kortelę (WRITE-Add a record-Contact) ar nuorodą į jūsų mokyklos interneto svetainę (WRITE-Add a record-URL/URI). Tegul mokiniai apsikeičia suprogramuotais ženkleliais ir nuskaito juos.

Užduotys pamąstymui

Atlikite tiriamąjį darbą: išsiaiškinkite, kur naudojami artimojo nekontaktinio ryšio ženkleliai ir skaitytuvai, kokiose srityse šios technologijos palengviną darbą, žmonių gyvenimą.

Pavyzdžiui, muziejuje.

Ištirkite savo aplinką. Kur NFC technologijas naudoji tu, tavo draugai, mokykla?

Pavyzdžiui, vizitinėm kortelėm.

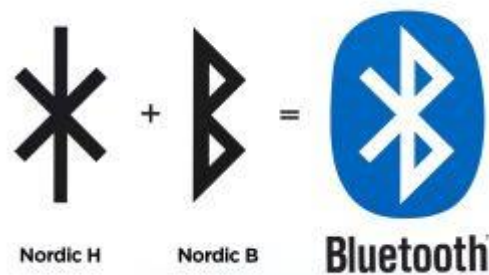
Paruoškite plakatą su NFC ženkleliu apie visuotinę atvirų durų dieną tėvų darbovietėse „Šok į tėvų klumpes“. Kokius duomenis ten įrašysite?

Pavyzdžiui, informacija apie tėvų darbovietes, profesiją, nuoroda į nuotraukas iš darbo aplinkos ar susijusių informaciją ir pan.

Darbo lapas. Mikrobanginė mažo nuotolio ryšio („Bluetooth“) technologija ir įrenginiai

Įvadas

Manoma, kad populiarios belaidės technologijos pavadinimą įkvėpė Danijos karalius, pravarde „Bluetooth“, dėl pastebimo supuvusio mėlynai pilko danties, kurie siejamas su Danijos susivienijimu, danų pavertimu krikščionyste ir Norvegijos užkariavimu. Atsiradus poreikiui standartizuoti mažo nuotolio radijo technologiją, siekiant, kad būtų palaikomas ryšys ir bendradarbiavimas tarp skirtingų produktų ir pramonės šakų, kelios pirmaujančios bendrovės, įskaitant IBM® kompiuterių ir telekomunikacijų pramonėje, įsteigė "Bluetooth" tikslinę grupę – SIG ir šiai technologijai suteikė laikiną pavadinimą „Bluetooth“. Būtent, dėl minėto karaliaus Haraldo Bluetooth atlikto Skandinavijos suvienijimo, nes tikslas - sujungti kompiuterių ir korinio ryšio pramonę su mažo nuotolio belaidžiu ryšiu. "Bluetooth" valdo "Bluetooth Special Interest Group" (SIG) - ne pelno siekianti asociacija, prižiūrinti "Bluetooth" standartų kūrimą ir "Bluetooth" technologijų bei prekių ženklų licencijavimą gamintojams. SIG priklauso 15 000 telekomunikacijų, kompiuterijos, tinklų ir buitinės elektronikos sričių įmonių. „Bluetooth“ logotipas yra vikingų senųjų rašmenų ir karaliaus Haraldo Bluetootho, suvienijusio atskiras danų gentis į vieną karalystę, inicialų derinys.



„Bluetooth“ simbolis. ©Fabric brands: <https://www.creativebloq.com/news/bluetooth-logo-secret>

Ryšys

Pagrindinis „Bluetooth“ įrenginys gali užmegzti ryšį ne daugiau kaip su septyniais įrenginiais, tačiau ne visi įrenginiai palaiko šį apribojimą. Įrenginiai gali keistis vaidmenimis, o pavaldusis įrenginys gali tapti pagrindiniu (inicijuojančiu) (pavyzdžiui, ausinės, inicijuojančios ryšį su telefonu, iš pradžių bus pagrindinis įrenginys, inicijuojantis ryšį, bet vėliau gali atlikti pavaldžiojo įrenginio vaidmenį).

Bet kuriuo metu duomenys gali būti perduodami tarp pagrindinio ir vieno iš kitų įrenginių. Kadangi pagrindinis įrenginys pasirenka, į kurį pavaldųjį įrenginį kreiptis, būti pagrindiniu įrenginiu yra lengvesnė našta nei pavaldžiuoju: būti septynių pavaldinių šeimininku įmanoma, tačiau būti daugiau nei vieno šeimininko pavaldiniu sudėtinga.

„Bluetooth“ įrenginiai pagal jų veikimo atstumą skirstomi į 3 klases:

- veikia iki 1 m atstumu – 3 klasė;
- veikia iki 10 m atstumu – 2 klasė;
- veikia iki 100 m atstumu – 1 klasė.

Įrenginiai

„Bluetooth“ naudojama daugelyje gaminių, pavyzdžiui, „iPod Touch“, „Lego Mindstorms NXT“, „PlayStation 3“, „PSP Go“, „Nintendo Wii“, telefonuose, ausinėse, modemuose, televizoriuose, laikrodžiuose.

Ši technologija naudinga perduodant informaciją tarp dviejų ar daugiau prietaisų, esančių netoli vienas kito, esant mažam duomenų srauto pralaidumui. „Bluetooth“ paprastai naudojama garso duomenims perduoti telefonais arba baitų duomenims perduoti nešiojamaisiais kompiuteriais. „Bluetooth“ protokoliai supaprastina paslaugų tarp prietaisų aptikimą ir sukūrimą.

„Bluetooth“ taikymai

- Belaidis mobiliojo telefono ir laisvų rankų įrangos ausinių valdymas ir ryšys tarp jų. Tai buvo viena iš pirmųjų išpopuliarėjusių programų.
- Belaidis mobiliojo telefono ir su „Bluetooth“ suderinamos automobilio stereo sistemos valdymas ir ryšys.
- Belaidis ryšys su kompiuterio įvesties ir išvesties įrenginiais, dažniausiai pele, klaviatūra ir spausdintuvu.
- Failų, kontaktinės informacijos, kalendoriaus susitikimų ir priminimų perkėlimas iš vieno įrenginio į kitą naudojant OBEX.
- Žaidimų konsolių (pavyzdžiui, „Nintendo Wii“, „Sony“ „PlayStation 3“ bei „PSP Go“) belaidžio valdymo pultai.
- Nedidelių reklaminių skelbimų siuntimas iš „Bluetooth“ ryšį turinčių reklaminių stendų į kitus aptinkamus „Bluetooth“ įrenginius.

Kitiems įrenginiams sukeliama trikdžiai

„Bluetooth“ įrenginio skleidžiamos mikrobangos gali paveikti elektroninių medicininių įrenginių veikimą. Kad neįvyktų nelaimingų atsitikimų, išjunkite garsiakalbį ir kitus „Bluetooth“ įrenginius:

- vietose, kur yra degių dujų, ligoninėse, traukiniuose, lėktuvuose ir degalinėse;
- prie automatinių durų arba gaisro signalizacijos.

Kadangi „Bluetooth“ įrenginiai ir vietinis tinklas (LAN, IEEE802.11b/g) naudoja tą patį dažnį, gali būti mikrobangų trikdžių, dėl kurių gali suprastėti ryšio sparta, atsirasti triukšmas arba ryšys gali būti netinkamas, jeigu garsiakalbis naudojamas šalia belaidžio vietinio tinklo įrenginio.

Užduotys 5–8 klasėms

Kur „Bluetooth“ technologiją naudoja arba panaudoję pats mokiny mokykloje?

(Pavyzdžiui, paleisti muziką per pertrauką per mokyklos kolonėles; atsisiųsti pamokų tvarkaraštį iš klasiokų telefonų; atspausdinti reikiamus dokumentus spausdintuvu...)

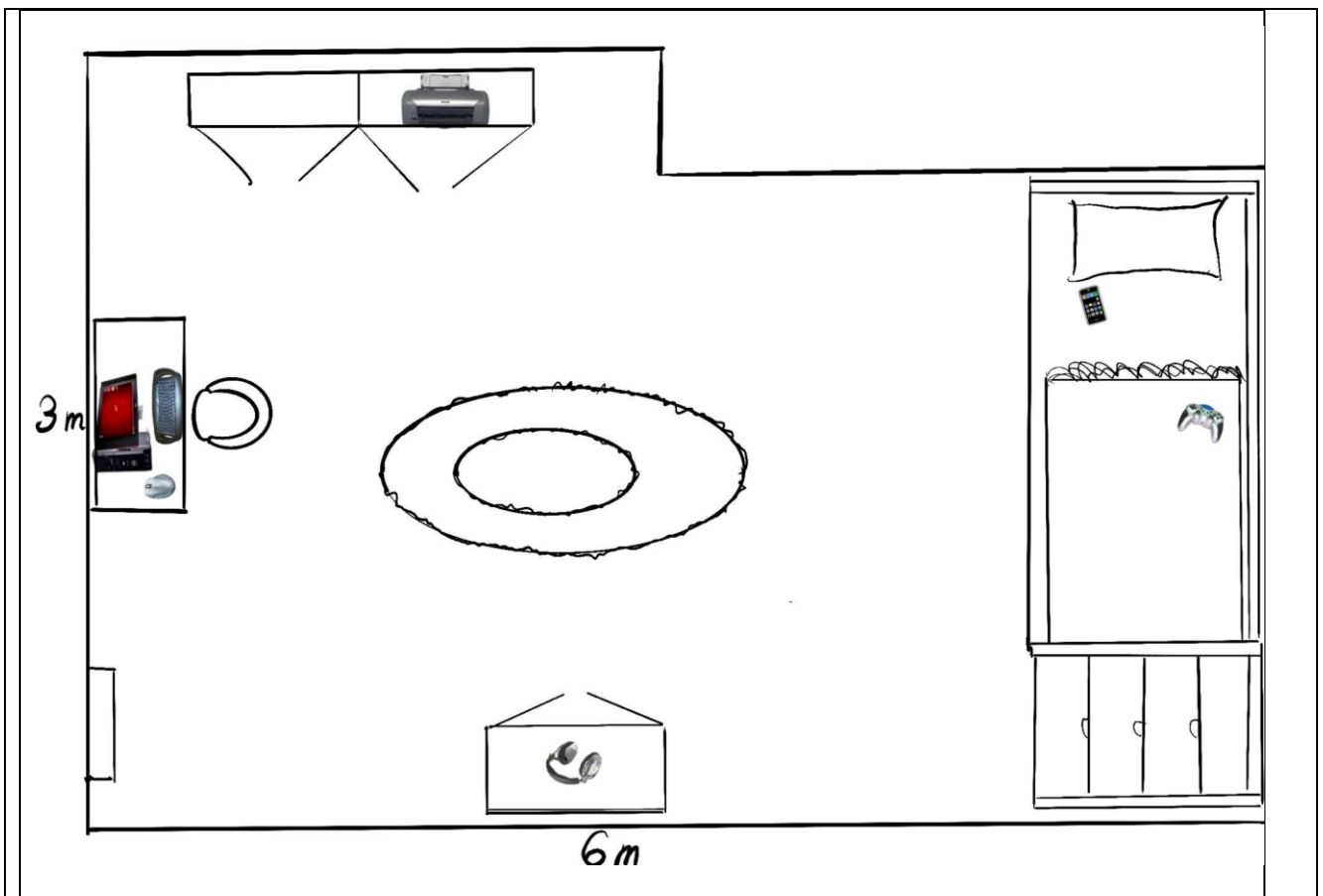
Paprašykite mokinių pagalvoti, kokių „Bluetooth“ įrenginių jie norėtų.

Tegul mokiniai paieško šių prekių interneto parduotuvėje ir išrenka po du kiekvienos klasės gaminius su „Bluetooth“ technologija, kuriuos mokiny norėtų įsigyti ir naudoti savo namuose. Į lentelę surašykite kiekvieną rastą prekę, jos paskirtį ir vietą namuose, surašykite šių prekių veikimo atstumą.

Prekė	Veikimo atstumas	Klasė
Ausinės	Iki 10 m	II
Kompiuterinė pelė	Iki 1 m	III
„TRENDnet Micro Bluetooth 5.0“ adapteris	Iki 100 m	I
Klaviatūra	0,5 m	III
Spausdintuvas	2 m	II
...

Pažymėkite arba nupieškite, kur išdėliosite šitas prekes (kaip pavaldžiuosius įrenginius) savo kambaryje, namuose. Būtinai nurodykite, kur bus pagrindinis „Bluetooth“ įrenginys, kokie yra kambario ar namų išmatavimai.

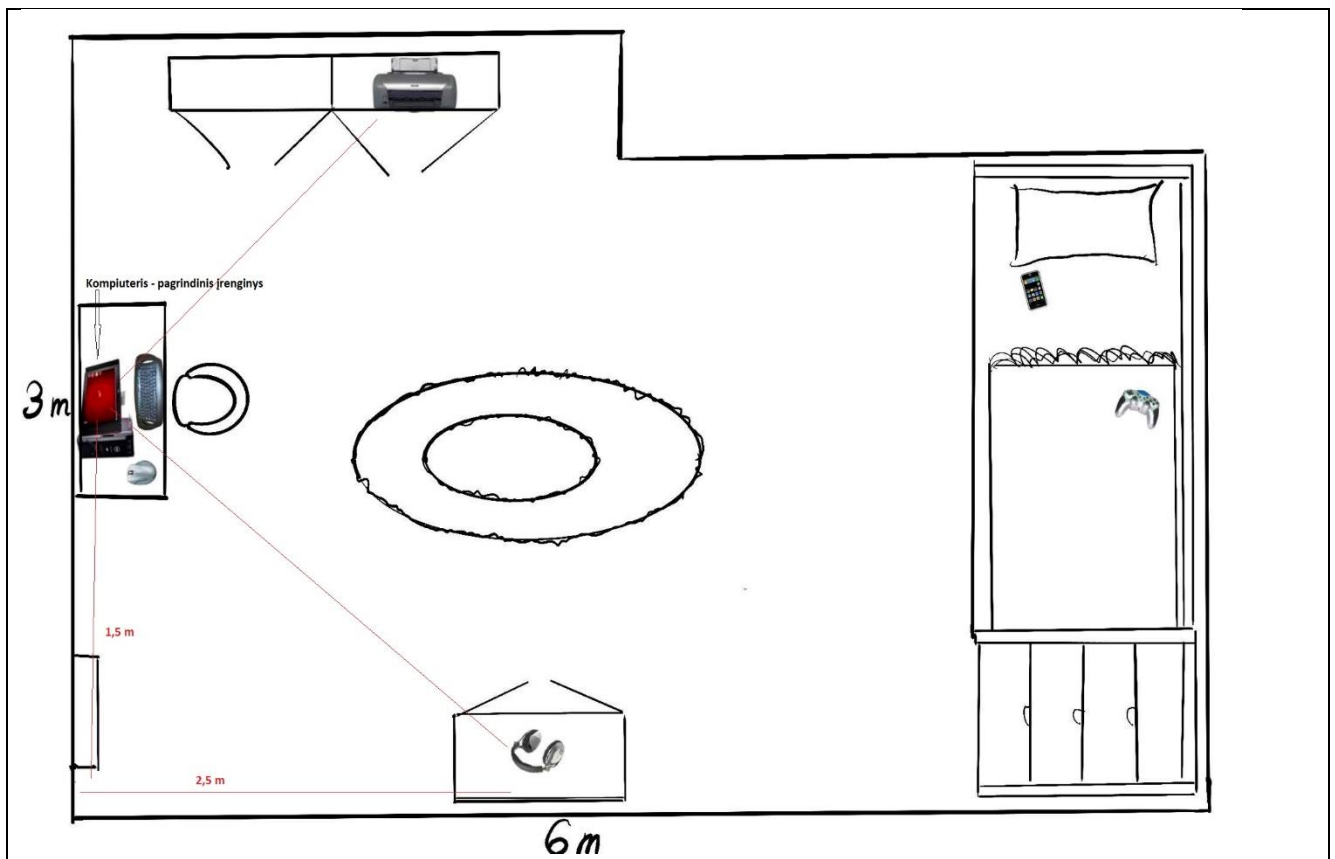
Paveiksle pateiktame pavyzdyje pagrindinis įrenginys yra kompiuteris, kambario išmatavimai 6x3 metrai. Ant rašomojo stalo yra kompiuteris, „Bluetooth“ pelė ir „Bluetooth“ klaviatūra. Ant spintelės yra „Bluetooth“ spausdintuvas, ant kitos spintelės – „Bluetooth“ ausinės, ant lovos telefonas ir „Bluetooth“ žaidimų pultas.



Paprašykite mokinių apsikeisti kambario „Bluetooth“ įrenginių planais. Tegul kiekvienas patikrina, ar visi įrenginiai veiks, jeigu kompiuteris bus pagrindinis įrenginys.

(Reikia nustatyti „Bluetooth“ įrenginių tipus ir veikimo atstumus, tuomet išmatuoti pavaldžiųjų įrenginių atstumus nuo pagrindinio įrenginio ir pažiūrėti, ar šie atstumai atitinka numatytus veikimo diapazonus, nurodytus įrenginių specifikacijoje; čia jau prireiks geometrijos dalyko žinių.)

Pavyzdys:



Mokiniai naudodami, pavyzdžiui, Pitagoro teoremą, galėtų apskaičiuoti stačiojo trikampio įžambinę, t. y., atstumą tarp pagrindinio „Bluetooth“ įrenginio (kompiuterio) ir „Bluetooth“ ausinių:

$$d^2 = 1,5^2 + 2,5^2 = 2,25 + 6,25 = 8,5 \text{ m}^2$$

$$d = \sim 2,92 \text{ m}$$

Vadinasi, ausinės yra nutolusios iki 3 metrų, o jos veikia iki 10 metrų atstumu.

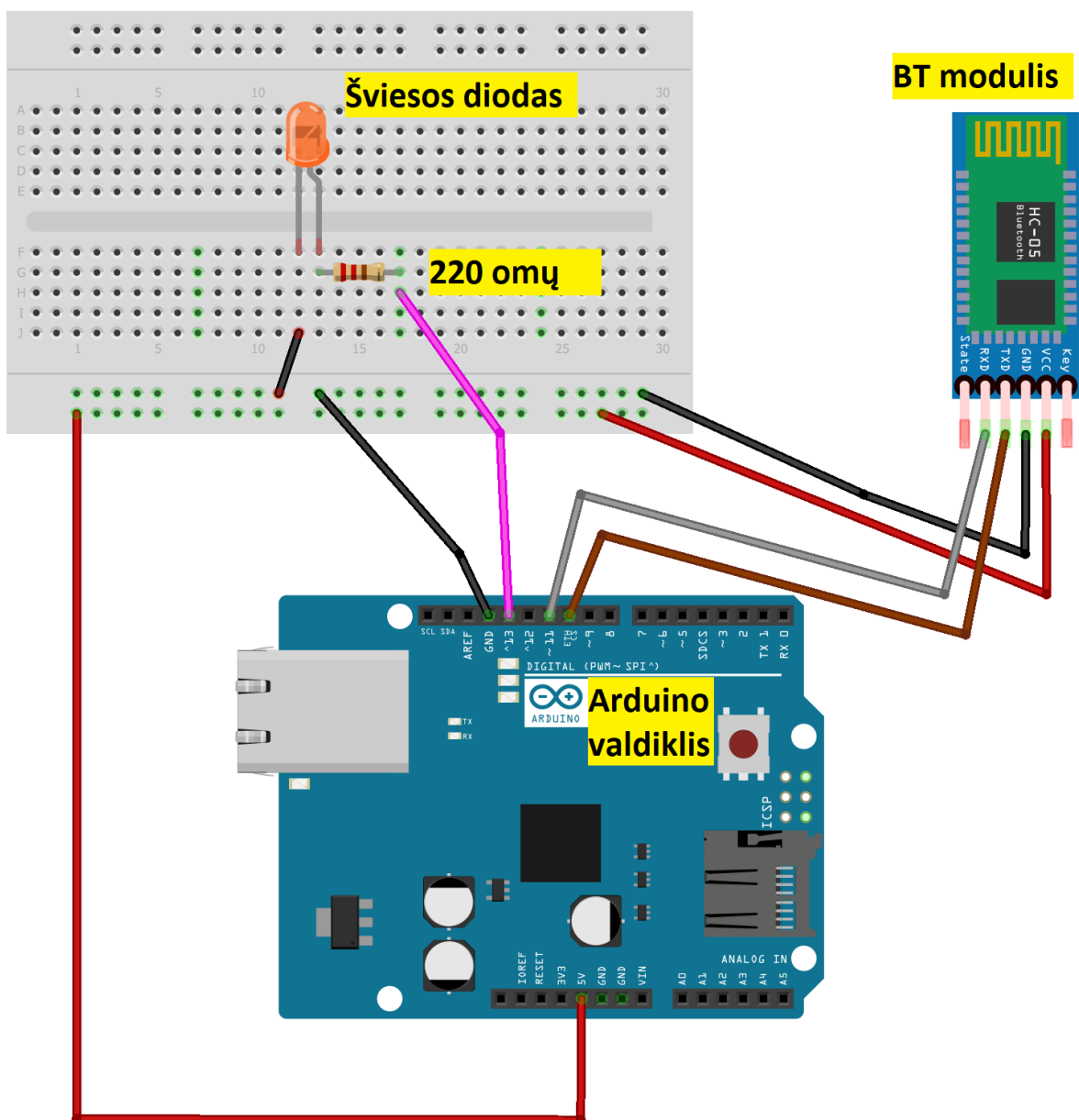
Galite paprašyti mokinių nustatyti, ar ausinės veiks visame kambaryje.

Darbo lapas. Mikrobanginiu mažo nuotolio ryšiu („Bluetooth“) valdomas šviesos diodas

Užduotis 5–8 klasėms

Pabandykite sukonstruoti „Bluetooth“ technologija valdomą šviesos diodą. Valdysime per telefono taikomąją programėlę. Taikomoji programėlė jau yra suprogramuota MIT AppInventor aplinkoje.

Šiai užduočiai atlikti reikia sujungti „Arduino“ valdiklį, šviesos diodą, „Bluetooth“ modulį, 220 omų varžą, maketavimo plokštę bei sujungimo laidus tokiu būdu:



fritzing

Šviesos diodo trumpesnė kojelė (-) jungiasi su „Arduino“ žeminiu (GND), o ilgesnė kojelė (+) su 220 omų varža į 13-tą „Arduino“ išvadą. „Bluetooth“ modulio išvadai jungiami su „Arduino“ išvadais tokiu būdu:

RXD - ~11, TXD - ~10, GND – GND, VCC – 5V.

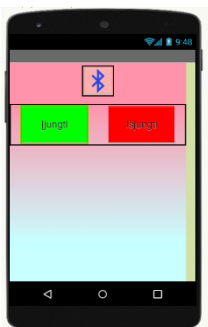
Atsisiųskite į telefoną jau paruoštą šviesos diodo valdymo programėlę iš MIT AppInventor nuskaitę šį QR kodą:



Arba atsisiųskite iš čia:

<https://drive.google.com/file/d/1dd6wrVdY9H6pwFBm0PAP5dHGdGLqseDi/view?usp=sharing>

Atsisiuntę programėlę matysite tokį vaizdą:



Tada reikės paspausti „Bluetooth“ mygtuką, rasti jūsų „Arduino“ projekte prijungto „Bluetooth“ modulio signalą ir prisijungti prie jo. Prisijungus jau galėsite valdyti šviesos diodą – įjungti arba išjungti jį.

Programos kodas, skirtas įkelti į „Arduino“ valdiklį:

```
#include <SoftwareSerial.h> //nuoseklus perdavimo protokolų valdymo biblioteka
SoftwareSerial BT(10, 11); // BT prievadai, prie kurių turi būti prijungti TX ir RX prievadai
//
char aa; // skirta telefono simboliams saugoti
//
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT); // LED 13
  BT.begin(9600); // perdavimo greitis nuosekliajame prievade
  // jungiame BT
  BT.println("Arduino pasiruošęs"); // pranešimas apie aktyvų įrenginį
}
//
void loop()
{
```

```

if (BT.available()) // jei kas nors atėjo iš nuosekliojo prievado
{
aa = (BT.read()); // gauna (skaito ir išsaugo a
if (aa == 'a') // jei buvo gautas 1
{
digitalWrite(13, HIGH); // užsidega šviesos diodą
BT.println("LED įjungtas"); // siunčia į terminalą (į telefoną) žodžius "LED įjungtas"
}
if (aa == 'b') // jei gautas 2
{
digitalWrite(13, LOW); // išjungia šviesos diodą
BT.println("LED išjungtas"); // siunčia į terminalą užrašą „LED išjungtas“
}
if (aa == '?') // jei gautas klausukas
{
BT.println("atsiųskite „1“, kad įjungtumėte šviesos diodą ");
BT.println("atsiųskite „2“, kad išjungtumėte šviesos diodą ");
}
// Čia galima pridėti daugiau teiginių „jeigu“, kad būtų išplėsta valdymo veikla
}
}

```

Aptarkite su mokiniais, ką dar galima būtų valdyti tokiu būdu. Ką mokiniai valdytų telefonu namie?

(Pavyzdžiui, gal įjungtų kavos aparatą arba virdulį neišlipę iš lovos, gal įjungtų robotą siurblią arba muzikos grotuvą, atidarytų užuolaidas, įjungtų vonios grindų šildymą ir pan.)

Literatūra

Išmaniųjų įrenginių saugybė (anglų k.): Sikder, A. K., Petracca, G., Aksu, H., Jaeger, T., & Uluogac, A. S. (2021). A survey on sensor-based threats and attacks to smart devices and applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 23(2), 1125-1159.

Kas yra kortelės emuliacijos režimas (anglų k., paskutinį kartą žiūrėta 2022-08-16):

<http://www.gmarwaha.com/blog/2014/08/07/mobile-payments-what-is-nfc-card-emulation-mode/>

Daugiau apie NFC technologijų panaudojimą (anglų k., paskutinį kartą žiūrėta 2022-08-10):

<https://youtu.be/rMLi1zvXxVw>

NFC technologijos veikimo būdai (anglų k.): Coskun, V., Ozdenizci, B., & Ok, K. (2013). A survey on near field communication (NFC) technology. Wireless personal communications, 71(3), 2259-2294.

Daugiau apie NFC ir RFID skirtumus (anglų k., paskutinį kartą žiūrėta 2022-08-01):

<https://www.globalpaymentsintegrated.com/en-us/blog/2020/04/21/what-is-the-difference-between-nfc-and-rfid>

„Bluetooth“ pavadinimo istorija (anglų k., paskutinį kartą žiūrėta 2022-08-16): <http://ps-2.kev009.com/pccbbs/options/bluebeg.pdf> ; <https://mocomi.com/bluetooth/> ; <https://lt.freax.be/where-did-bluetooth-name>

Kas yra „Bluetooth“ paprastai: <https://mocomi.com/bluetooth/>

„Bluetooth“ klasės (anglų k.): Padgette, J., Scarfone, K., & Chen, L. (2017). Guide to bluetooth security. NIST special publication, 800, 121.