



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Mokymosi turinio papildymas virtualiosios realybės elementais

Baigiamasis magistro projektas

Ligija Mykolaitytė

Projekto autorė

Prof. Aleksandras Targamadzė

Vadovas

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Mokymosi turinio papildymas virtualiosios realybės elementais

Baigiamasis magistro projektas

Nuotolinio mokymosi informacinės technologijos (6211BX010)

Ligija Mykolaitytė

Projekto autorius

Prof. Aleksandras Targamadžė

Vadovas

Lekt. Daina Gudonienė

Recenzentė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Ligija Mykolaitytė

Mokymosi turinio papildymas virtualiosios realybės elementais

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Ligija Mykolaitytė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Mykolaitytė, Ligija. Mokymosi turinio papildymas virtualiosios realybės elementais. Baigiamasis magistro projektas / vadovas prof. Aleksandras Targamadžė; Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Informatikos inžinerija (B04), Informatikos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: mokymosi turinys, virtuali realybė.

Kaunas, 2022. 48 p.

Santrauka

Šiuolaikinėje visuomenėje, kurioje vis didėja įtaka ir susidomėjimas technologijomis, populiarėja papildytos realybės turinys, kuris yra taikomas įvairiose srityse nuo pramonės iki edukacijos. Siekiant išsiaiškinti papildytos realybės poreikį būtent edukacijos procese, buvo atliktas sociologinis tyrimas, kuris įrodė, jog mokiniai jaučia didelį poreikį mokymosi turinį praturtinti vaizdiniais elementais. Šiam tikslui pasiekti buvo pasirinkta papildyta realybė. Darbo eigoje suprojektuota, sukurta ir ištestuota mobili aplikacija, kuri mokymosi turinį papildo virtualiosios realybės elementais mobiliojo įrenginio ekrane.

Mykolaitytė, Ligija. Adding Elements of Virtual Reality to the Learning Content. Master's Final Degree Project / supervisor prof. Aleksandras Targamadžė; Faculty of Informatics, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Informatics Engineering (B04), Computing.

Keywords: learning content, virtual reality.

Kaunas, 2022. 48 p.

Summary

In today's society, where interest in technology is growing, the content of augmented reality is gaining popularity in many fields from manufacturing industry to education. In order to find out the need for augmented reality in the process of education, a sociological research was conducted. It proved that students feel a great need to enrich the learning content with visual elements. Augmented reality has been chosen to achieve this goal. In the course of the work, a mobile application was designed, developed and tested, which complements the learning content with elements of virtual reality on the screen of the mobile device.

Turinys

Lentelių sąrašas	7
Paveikslų sąrašas	8
Santrumpų ir terminų sąrašas	9
Įvadas.....	10
1. Problema ir jos aktualumo tyrimas	11
1.1. Sociologinio tyrimo duomenų analizė.....	11
2. Literatūros analizė.....	16
2.1. Techninės priemonės, suteikiančios galimybę naudoti PR interaktyvų turinį mokymosi procese.....	16
2.1.1. Techninių priemonių rūšys, reikalingos papildytai realybei naudoti	16
2.1.2. Mobiliosios papildytos realybės aplikacijos mokymosi procese.....	18
2.2. Priemonių ir technologijų PR aplikacijai kurti palyginimas	19
2.2.1. Priemonių aplikacijai kurti palyginimas.....	19
2.2.2. Integruotų technologijų PR realizuoti palyginimas.....	21
3. Aplikacijos projektavimas	23
3.1. Funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai.....	23
3.2. Struktūra	24
3.3. Dalyviai	27
3.4. Dizainas ir vartotojo sąsaja.....	28
3.4.1. Vartojamumo analizė.....	28
3.4.2. C.R.A.P. principai.....	29
3.4.3. Konceptinis modelis	30
4. Aplikacijos įgyvendinimas	31
4.1. Vuforia integracija ir papildytos realybės įgyvendinimas.....	31
4.2. 3D objektų kūrimas	32
4.3. Dizaino elementai	33
4.4. Aplikacijos kūrimas <i>Unity</i> aplinkoje	34
5. Aplikacijos testavimas.....	38
5.1. Aplikacijos įvertinimo apklausos rezultatai	38
6. Rekomendacijos ir galimybės aplikacijos tobulinimui	44
7. Rezultatai.....	45
Išvados	46
Literatūros sąrašas	47
Priedai.....	49
1 priedas. Darbų planas	49
2 priedas. Sociologinio tyrimo klausimynas	49
3 priedas. Aplikacijos įvertinimo anketa	49

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Papildytos realybės aplikacijų kūrimo įrankių palyginimas ([8], [9], [10])	21
2 lentelė. Papildytas aplikacijos funkcinų reikalavimų sąrašas pagal posistemas.	23
3 lentelė. PA „Peržiūrėti uždavinio papildytą modelį“ specifikacija	26
4 lentelė. Projektuojamos aplikacijos dizaino apibrėžtis, naudojant <i>C.R.A.P.</i> metodą	29

Paveikslų sąrašas

1 pav. Problemų medis	11
2 pav. Klausimo „Kurioje klasėje mokotės?“ rezultatai.....	12
3 pav. Klausimo, kokia yra respondentų lytis, rezultatai	12
4 pav. Klausimo, kokios mokymosi įstaigos dalimi jie yra, rezultatai.....	12
5 pav. Klausimo, apie konkretaus dalyko mokymosi turinio įdomumą ir suprantamumą, rezultatai.....	13
6 pav. Klausimų, ar respondentai yra susidūrę su PR, rezultatai	13
7 pav. Klausimo, kokiam dalyke labiausiai išsivaizduoja PR panaudojimą, rezultatai.....	14
8 pav. Klausimo, kokiam dalyke labiausiai išsivaizduoja PR panaudojimą, rezultatai.....	14
9 pav. Klausimo, ar mokiniai norėtų išbandyti PR mokymąsi, rezultatai	14
10 pav. Klausimo, kaip dažnai respondentai turi mobilių įrenginių su savimi, rezultatai	15
11 pav. Ant galvos montuojami įrenginiai (autoriai: Munkh-Uchral Erdenebat, Young-Tae Lim, Ki-Chul Kwon, Nyamsuren Darkhanbaatar ir Nam Kim [14]).....	16
12 pav. Rankose laikomi įrenginiai (autorius: Argick [15])	17
13 pav. PR pirštinės (autorius: Kyle Melnick [16])	18
14 pav. Projektuojamos aplikacijos turinio diagrama	24
15 pav. Turinio rengimo ir teikimo posistemės PA diagrama	25
18 pav. Uždavinio sąlygoje nurodytas brėžinys – pasirinktas aplikacijos žymeklis.....	31
19 pav. Žymeklis su jame pažymėtais atpažinimo taškais.....	32
20 pav. Žymeklių duomenų bazės <i>Vuforia</i> sistemoje atvaizdavimas.....	32
21 pav. Pradinis uždavinio sąlygos brėžinys	33
22 pav. Papildytas uždavinio sąlygos brėžinys.....	33
23 pav. Aplikacijos dizainas, naudojamos spalvos ir simboliai.....	34
24 pav. Projekto kūrimas <i>Unity</i> aplinkoje	34
25 pav. <i>MoveObejct</i> komandos kodo pavyzdys	35
26 pav. Matomas PR objekto sukimo ir kilnojimo atvaizdavimas	35
27 pav. Matomas PR objekto dydžio keitimo, sukimo atvaizdavimas.....	36
28 pav. Pradinis aplikacijos langas ir jo struktūra <i>Unity</i> darbinėje aplinkoje	36
29 pav. Mygtukų dizainams priskirtas tekstūros tipas <i>Sprite (2D and UI)</i>	37
30 pav. Kodo dalis, suteikianti galimybę mygtukų pagalba patekti į kitą aplikacijos sceną....	37
31 pav. Mygtukui priskirta komanda, leidžianti išeiti iš aplikacijos	37
32 pav. Mokinių pasiskirstymas klasėje pagal lytį	38
33 pav. Klausimo, apie respondentų patirtį su PR technologijomis, rezultatai.....	38
34 pav. Klausimo, apie kilusius sunkumus bandant įdiegti programėlę, rezultatai.....	39
35 pav. Klausimo, apie kilusius sunkumus bandant atidaryti programėlę, rezultatai	39
36 pav. Aplikacijos dizaino įvertinimas pagal apklausos rezultatus	40
37 pav. Aplikacijos aiškumo įvertinimas pagal apklausos rezultatus	40
38 pav. Aplikacijos aiškumo įvertinimas pagal apklausos rezultatus	40
39 pav. Įvardinti kilę sunkumai naudojant aplikaciją	41
40 pav. Aplikacijos privalumai pagal apklausos rezultatus	41
41 pav. Apklausos rezultatai apie mokymosi proceso palengvinimą.....	42
42 pav. Apklausos rezultatai, kaip respondentai vertina aplikacijos naudą.....	42
43 pav. Mokinių nuomonė, jog PR priemonės būtų dažniau naudojamos.....	43

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

PR – papildyta realybė;

VR – virtuali realybė;

OS – operacinė sistema;

C.R.A.P – grafiniam dizainui įvertinti naudojamas metodas. Angl. *Contrast, Repetition, Alignment, Proximity*;

PA – panaudos atvejis.

Terminai:

Unity – įvairiaplatformis žaidimų kūrimo įrankis.

Unreal – įvairiaplatformis žaidimų kūrimo įrankis.

Vuforia – papildytos realybės programinės įrangos kūrimo rinkinys.

Kinect– judesių aptikimo įranga.

Leap motion – įrenginys, palaikantis rankų ir pirštų judesius kaip įvestį.

Įvadas

Šiuolaikinėje visuomenėje, kurioje vis didėja įtaka ir susidomėjimas technologijomis, populiarėja papildytos realybės turinys, kuris pradedamas taikyti įvairiose srityse nuo pramonės iki edukacijos. Harvardo universiteto profesorius Iulian Radu atliko beveik 30 mokslinių darbų, susijusių su papildyta realybe įvairiose edukacijos srityse, tyrimą [1], ir jame paaiškėjo, kad pagrindinis papildytos realybės taikymo edukacijoje privalumas - geresnis medžiagos įsisavinimas ir suvokimas, ypač srityse susijusiose su erdviu mąstymu, erdvinėmis struktūromis ir funkcijomis. Mokslininkas įvardina, kad turinys, kuris buvo išmoktas besinaudojant papildytos realybės priemonėmis, yra labiau įsimenamas nei turinys, kai nėra naudojamos papildytos realybės technologijos. Taip pat, teigiama jog besimokantieji išreiškia didesnę motyvaciją ir įsitraukimą naudotis papildytos realybės aplikacijomis įvairių dalykų mokymuisi, netgi tada, kai mokymosi medžiaga yra sunkesnė nei pateikiama ne papildytos realybės priemonėmis [1]. Taip pat, papildomai galima išskirti ir kitų autorių minėtus papildytos realybės privalumus mokymesi – interaktyvumą, vizualumą, įvairių turinio formų derinimą, kitokį objekto informacijos suvokimą, jungiant virtualius elementus su fizine aplinka. Šios technologijos naujumas skatina domėtis pačia technologija ir jos principu sukurtais produktais. Tad atsižvelgus į paminėtus privalumus, galima teigti, kad technologijos, skirtos projektuoti ir kurti papildytos realybės turinį, tuo pačiu turi sudaryti sąlygas kurti įtraukiančią, interaktyvią, lavinančią erdvinį mąstymą ir lengvai pritaikomą mokymosi priemonę.

Darbo tikslas – pagerinti mokinių įsitraukimą į mokymosi procesą, darant mokymosi turinį lengviau suprantamą, taikant papildytą realybę.

Darbo uždaviniai:

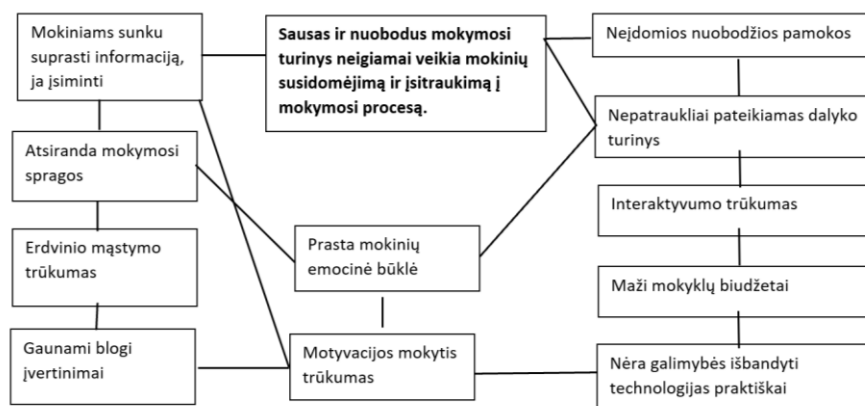
1. atlikti problemos aktualumo tyrimą ir išsiaiškinti mokinių požiūrį į papildytos realybės poreikį ir galimybes mokymosi procese;
2. apžvelgti technines priemones, suteikiančias galimybę naudoti papildytos realybės turinį mokymo procese;
3. išsiaiškinti technologijas ir priemones, jų galimybes ir charakteristikas, kurios leidžia kurti interaktyvų papildytos realybės turinį tinkamą mokymosi procesui;
4. suprojektuoti, sukurti ir ištestuoti papildytos realybės aplikaciją, skirtą padaryti mokymosi turinį suprantamesnį;
5. pateikti rekomendacijas tolimesniam vystymui ir plėtrai.

Darbo produktas – papildytos realybės programėlė, kuri realų mokymosi turinį papildytų 3D objektais mobiliojo įrenginio ekrane.

Darbo rezultatas - padidintas mokymosi turinio suprantamumas ir pagerintas mokinių įsitraukimas į mokymosi procesą.

1. Problema ir jos aktualumo tyrimas

Sausas ir nuobodus mokymosi turinys neigiamai veikia mokinių susidomėjimą ir įsitraukimą į mokymosi procesą. Daugeliui mokinių yra sunku suprasti informaciją, ją įsiminti, jiems trūksta erdvinio mąstymo, todėl reikia ieškoti šiuolaikinių priemonių kaip mokymosi turinį padaryti labiau suprantamą ir vizualų. Esamoms problemoms išryškinti buvo sudarytas problemų medis (1 pav.).



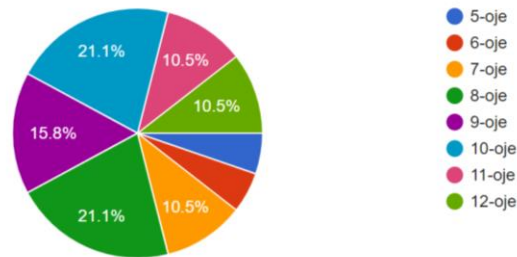
1 pav. Problemų medis

Siekiant išsiaiškinti ar mokiniai jaučia poreikį tobulinti mokymosi turinio pateikimo būdus, padarant juos lengviau įsisavinamus, buvo atliktas sociologinis tyrimas. Jame dalyvavo V-XII klasių mokiniai iš visos Lietuvos. Respondentai buvo apklausiami nuotoliniu būdu, apklausos nuorodą patalpinant į mokinių iš visos Lietuvos grupę socialiniame tinkle *Facebook*. Apklausos forma sudaryta naudojant *Google Forms* įrankį. Tyrimo dalyvavo 129 mokiniai. Tyrimas vyko 2020 m. gruodžio mėn. Tyrimo rezultatų analizė buvo atlikta automatiškai įrankio *Google Forms* pagalba, atsakymai pateikiami tiek procentine išraiška, tiek pagal atsakymų skaičių.

1.1. Sociologinio tyrimo duomenų analizė

Į tyrimo klausimus atsakė 129 įvairaus amžiaus mokinių iš Lietuvos teritorijose esančių mokymosi įstaigų. Nors apklausa buvo skirta V-XII klasių mokiniams, beveik pusė visų atsakiusiųjų, t.y. 42.2%, sudarė VIII ir X klasių mokiniai. Mažiausią aktyvumą parodė V ir VI klasių mokiniai, kurių buvo tik 10.6%. Galime daryti išvadą, kad labiausiai linkę į apklausų pildymą ir didžiausią aktyvumą rodantys yra VIII, IX, X klasėje besimokantys mokiniai, kurie sudarė 58.2% visų atsakiusiųjų.

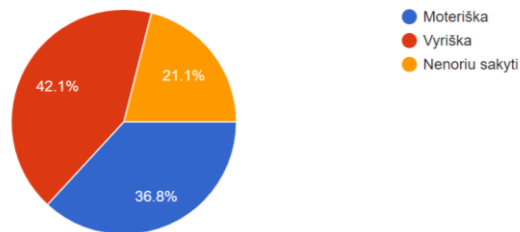
Kurioje klasėje mokotės?



2 pav. Klausimo „Kuriose klasėse mokotės?“ rezultatai

Respondentų buvo prašoma nurodyti savo lytį, iš ko galime matyti, kad tiek vaikinių, tiek merginų skaičius buvo panašus – 42,1% vaikinai ir 36,8% merginos. Net 21,1% respondentų savo lyties atskleisti nepanoro. Iš gautų rezultatų, galime daryti išvadas, kad tiek merginos, tiek vaikinai yra vienodai arba labai panašiai linkę atsakinėti į apklausas.

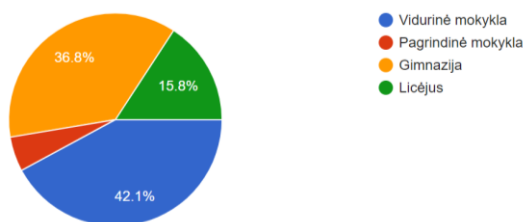
Lytis?



3 pav. Klausimo, kokia yra respondentų lytis, rezultatai

Respondentų buvo paklausta, kokioje mokymosi įstaigoje jie mokosi. Daugiausiai atsakiusiųjų nurodė, kad lanko vidurinę mokyklą (42.1%) ir gimnaziją (36.8%). Iš atsakymų galime daryti išvadas, kad rezultatai atitinka dabartinę situaciją Lietuvoje – daugiausiai yra vidurinių mokyklų ir gimnazijų, todėl respondentų atsakymai atspindi realią situaciją.

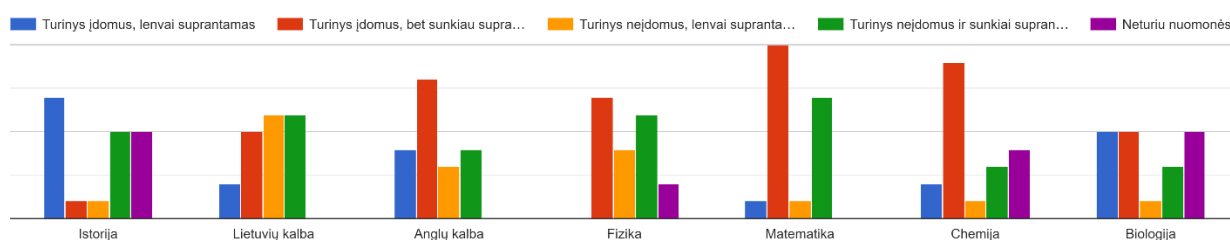
Jūsų mokymosi įstaiga yra __ ?



4 pav. Klausimo, kokios mokymosi įstaigos dalimi jie yra, rezultatai

Buvo siekta nustatyti respondentų susidomėjimo lygį konkretaus dalyko turiniu mokykloje. Visi išvardinti dalykai susilaukė panašiai teigiančių, kad turinys yra gana įdomus, tačiau jo supratimo lygiai labai skyrėsi. Aiškiausias skirtumas matomas matematikos dalyko turinio įvertinime. Didžioji dalis respondentų teigia, kad turinys yra įdomus, tačiau iš jų tik keli respondentai teigia, kad turinį lengva suprasti ir įsisavinti. Atsakiusieji teigia, kad lengviausia jiems suprasti yra istorijos ir anglų kalbos dalyko mokomąją medžiagą. Įdomiausiu dalyku buvo išrinkta anglų kalba, nors didelė dalis respondentų įvardino, kad jos turinys yra sunkiau suprantamas.

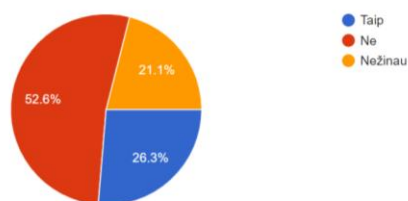
Įvertinkite mokymosi turinį kiekviename dalyke.



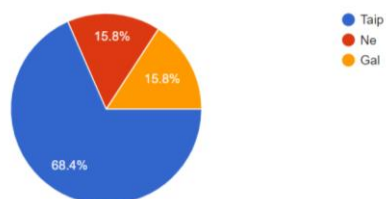
5 pav. Klausimo, apie konkretaus dalyko mokymosi turinio įdomumą ir suprantamumą, rezultatai

Paklausus ar respondentai yra išbandę PR programėles, žaidimus ar kitas technologijas, daugiau nei pusė (52.6%) atsakė neigiamai. Buvo respondentų, kurie nebuvo užtikrinti savo atsakymu. Nors dauguma išbandę PR galimybių nebuvo, tačiau dar daugiau respondentų teigė, kad yra girdėję apie PR technologijas (68.4%). Iš to galime daryti išvadą, kad mokiniai žino apie naujausias technologijas, tačiau galima daryti prielaidą, kad neturi galimybių jų išbandyti.

Ar esate išbandę papildytos realybės programėles, žaidimus ar kitas technologijas?



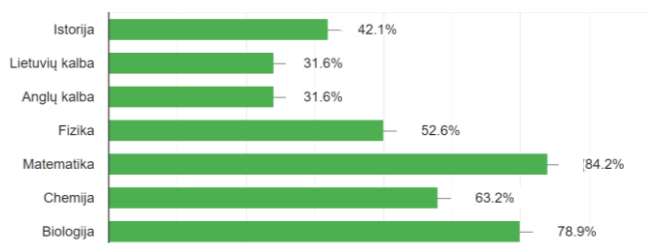
Ar esate girdėję apie papildytos realybės žaidimus, programėles ir jų galimybes?



6 pav. Klausimų, ar respondentai yra susidūrę su PR, rezultatai

Atsakius į klausimą „Kaip manote, kurio dalyko papildymui labiausiai praverstų papildyta realybė?“ nustatyta, kad mokiniai didžiausią poreikį naudoti PR išreiškia matematikos ir biologijos pamokose. Sunkiausiai PR panaudojimą jie išsivaizduoja mokydami kalbą.

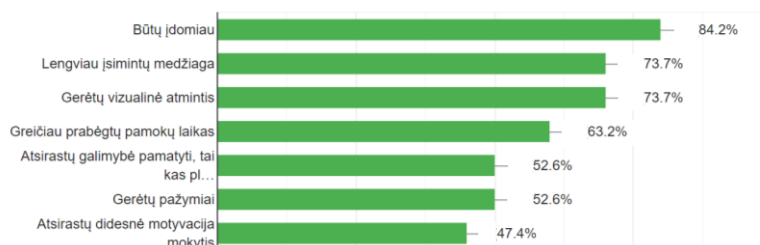
Kaip manote, kurio dalyko papildymui labiausiai praverstų papildyta realybė?



7 pav. Klausimo, kokiame dalyke labiausiai išsivaizduoja PR panaudojimą, rezultatai

Respondentai mano, kad papildytos realybės didžiausia nauda bus įdomesnis mokymosi turinys ir procesas. Jie, taip pat, lengviau įsimintų medžiagą, gerėtų vizualinė atmintis. Kaip mažiausiai realią naudą iš įvardintų, respondentai pasirinko didesnę motyvaciją mokytis. Iš to galima daryti išvadas, kad kiekvienas individualiai turi save motyvuoti, dalyko medžiaga gali tik padėti sudominti ir įtraukti mokinį, tačiau ar mokytis, ar ne, turi nuspręsti pats mokinys.

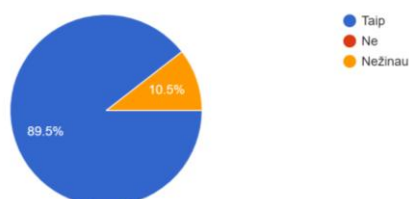
Ar išsivaizduojate kaip papildyta realybė galėtų pagelbėti mokantis?



8 pav. Klausimo, kokiame dalyke labiausiai išsivaizduoja PR panaudojimą, rezultatai

Beveik visi apklausti respondentai (89.5%) nurodė, kad norėtų, jog PR būtų naudojama jų mokymo įstaigoje. Neigiamai atsakiusiųjų nėra, ir du respondentai nebuvo tikri dėl savo pasirinkimo.

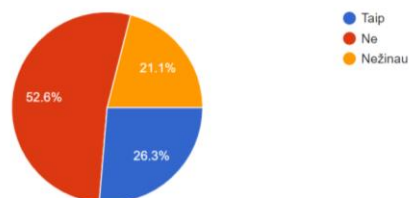
Ar norėtumėte, kad Jūsų mokymo įstaigoje būtų taikoma papildyta realybė?



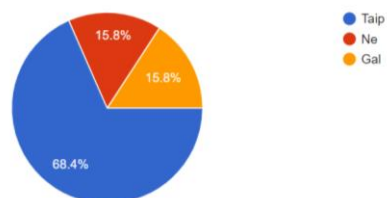
9 pav. Klausimo, ar mokiniai norėtų išbandyti PR mokydami, rezultatai

Norint įsitikinti, kad mobiliosios papildytos realybės aplikacijos yra lengviausias būdas pritaikyti PR mokykloms, buvo klausiama kaip dažnai mokiniai turi mobiliuosius įrenginius su savimi. Visi respondentai atsakė, kad nuolat nešiojasi mobiliųjų įrenginį. Iš to galima daryti išvadas, kad mobiliųjų įrenginių ir PR aplikacijų naudojimas mokykloje nereikalautų papildomų resursų, būtų prieinamas kiekvienam ir nereiktų papildomų apmokymų, kaip naudotis technika.

Ar esate išbandę papildytos realybės programėles, žaidimus ar kitas technologijas?



Ar esate girdėję apie papildytos realybės žaidimus, programėles ir jų galimybes?



10 pav. Klausimo, kaip dažnai respondentai turi mobilų įrenginį su savimi, rezultatai

Išanalizavus tyrimo duomenis, galima daryti išvadas, kad mokiniai jaučia didelį poreikį padaryti mokymosi medžiagą įdomesnę ir lengviau suprantamą, todėl PR gali būti puikus būdas tai įgyvendinti.

2. Literatūros analizė

2.1. Techninės priemonės, suteikiančios galimybę naudoti PR interaktyvų turinį mokymosi procese

Bendrajai prasme, interaktyvumas apibrėžiamas kaip naudotojų įsitraukimas, bendravimas ir kontrolė, kaip tiesioginio grįžtamojo ryšio garantas [2]. Naudojant papildytą realybę interaktyvumas įgyvendinamas techninių įrenginių pagalba, kuriais naudojantis yra sąveikaujama su PR objektais, stebima jų aplinka. Taip pat, interaktyvumas pasireiškia naudojant įvairius techninius ir kūrybinius sprendimus, susijusius su vartotojo sąsaja, tiesioginiu naudotojo ryšiu ir sąveika su naudojamu įrenginiu bei įrenginiuose esančiomis aplikacijomis.

2.1.1. Techninių priemonių rūšys, reikalingos papildytai realybei naudoti

Dažniausiai šiuo metu sutinkami papildytos realybės įrenginiai yra išvesties ekranai, kompiuteriai, įvesties ir stebėjimo įrenginiai. Pagrindė yra naudojami trijų rūšių įrenginiai:

- 1) **Ant galvos montuojami įrenginiai.** Jie yra nešiojami ant galvos arba yra šalmo tipo įrenginio dalis. Šie įrenginiai skirti visapusiškam vartotojo įtraukimui į įvairias interaktyvias patirtis, nes jie užtikrina, kad ekranas visada būtų priešais vartotoją, nesvarbu, kur jo galva pasisuks. Šios technologijos tikslas - užtikrinti, kad reikiamas matyti vaizdas visada būtų naudotojo regėjimo lauke [3]. Šio tipo įrenginiai dažnai yra brangūs, lyginant su kito tipo papildytos realybės atvaizdavimo įrenginiais. Tap pat, bandant juos pritaikyti edukacinėje veikloje, gali atsirasti papildomų sunkumų, nes ant galvos montuojami įrenginiai daugumai nėra pažįstami, su jais nesusiduriama kasdienybėje, tad reiktų papildomų laiko išteklių mokantis naudotis šia technologija.



11 pav. Ant galvos montuojami įrenginiai (autoriai: Munkh-Uchral Erdenebat, Young-Tae Lim, Ki-Chul Kwon, Nyamsuren Darkhanbaatar ir Nam Kim [14])

- 2) **Rankose laikomi įrenginiai.** Šiai kategorijai priklauso visi mobilieji įrenginiai kaip planšetiniai kompiuteriai ir išmanieji telefonai, įrenginiai turintys didelį, įprastai liečiamą ekraną ir vaizdo kamerą. Pagrindinis šių įrenginių pranašumas yra tai, kad jie gali būti

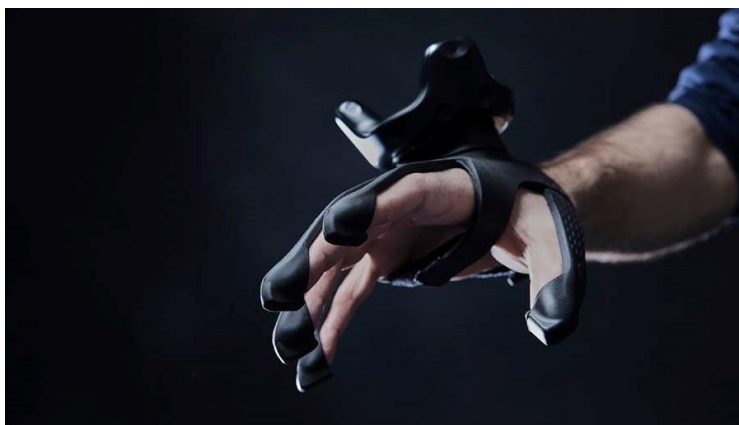
nešiojami visur, daugelis žmonių turi ir naudoja bent vieną tokio tipo įrenginį kasdienybėje. Taip pat, atsižvelgiant į papildytos realybės principo įgyvendinimo galimybes, šie įrenginiai nereikalauja papildomų technologijų ir priemonių, kadangi turi jau integruotą vaizdo kamerą. Mobilūs išmanieji įrenginiai kuria vadinamąją mobiliąją papildytą realybę, kuri yra puikiai tinka idėjai „visur esantis mokymasis“, ši idėja nurodo, jog besimokantysis mokosi visą laiką, visur ir visada, kada tik nori ir jaučia poreikį. Ši idėja sutinkama tokiose situacijose, kaip naujos vietos lankymas ir noras joje sužinoti daugiau bei informacijos ieškojimas apie tai realiu laiku [5].



12 pav. Rankose laikomi įrenginiai (autorius: Argick [15])

Norint naudoti PR technologijas ir įrangą mokymosi procese labai svarbu atsižvelgti į kainos faktorių, kuris šiuo atveju yra palankiausias, nes tai pigiausias sprendimas lyginant su kitų tipų techniniais įrenginiais. Taip pat, labai didelis privalumas yra tai, kad didesnė dalis moksleivių jau ir taip turi išmaniuosius mobiliuosius telefonus, tad PR aplikacijų naudojimas galėtų net nesukelti, arba sukelti minimalias galimas papildomas išlaidas, kalbant reikalingos įrangos atžvilgiu. Taip pat, užtikrinamas lengvas interaktyvus bendravimas su aplinka, nes vartotojas gali sąveikauti liečiamo ekrano pagalba ir interaktyvumo galimybės priklauso tik nuo PR aplikacijos paruošimo ir įgyvendinimo.

- 3) **Gestų skaitymo įrenginiai.** Yra keli skirtingi gestų skaitymo renginių tipai: ant žmogaus nešiojami įrenginiai, tokie kaip valdymo pirštinės ir jutikliniai įrenginiai, kurie nuskaity rankų gestus bei judesius, pavyzdžiui *Kinect*, *Leap Motion*. Dėvimi ir jutikliniai įrenginiai naudoja rankų judesius, „ėmimo“, „davimo“ gestus kaip sąveiką su PR objektais.



13 pav. PR pirštinės (autorius: Kyle Melnick [16])

Norint, kad PR sistema funkcionuotų, šiems įrenginiamas reikalinga kita papildoma įranga. Dėvimų įrenginių atveju gali būti reikalingos skaitmeninės kameros, optiniai jutikliai, *GPS* ir kiti belaidžiai jutikliai, naudojami kaip stebėjimo priemonės ir reikalingi aptikti vartotojo galvos, rankų ar laikomo įrenginio padėtį. [4]. Ši technologija, kaip ir ant galvos laikomi įrenginiai yra gana brangi. Taip pat, neįprastas ir nestandartinis naudojimas, kuris atsiranda, todėl jog šio tipo technologija yra retai naudojama ir daugeli vartotojų minėtos technologijos nepažįsta. Tad gali susidaryti papildomų iššūkių ir sunkumų technologijai naudoti, ypač mokymosi procese, kai besimokantieji tuo pačiu metu susiduria ir su kitais mokymosi sunkumais.

Apibendrinant galima teigti, jog ant galvos montuojami įrenginiai ir gestų skaitymo įrenginiai gali būti labai nepalankus sprendimas atsižvelgt į kainos faktorių, lyginant su rankose laikomais atvaizdavimo įrenginiais. Taip pat, norint sėkmingai naudoti ant galvos montuojamus įrenginius ir gestų nuskaitymo įrenginius mokomojoje aplinkoje gali atsirasti nemažai papildomų sunkumų, nes tokio tipo įrenginiai yra mažai kam pažįstami, nėra naudojami kasdien, tad reikalautų papildomų laiko išteklių mokyti naudoti technologiją, taip pat gali kilti iššūkių sunaudojant nemažai pamokos laiko tik pasiruošimui naudoti technologiją, kad gali daryti didelę įtaką besimkančiųjų dėmesio sutelkimui. Tačiau rankose laikomų įrenginių privalumai gali būti šių įrenginių pasirinkimo veiksnys: juos galima visur lengvai nešiotis su savimi, daugelis žmonių jau turi tokio tipo įrenginį, taip pat šie įrenginiai nereikalauja kitų technologijų indėlio norint išpildyti papaildytos realybės principą, nes jau turi integruotą vaizdo kamerą.

2.1.2. Mobiliosios papildytos realybės aplikacijos mokymosi procese

Mobiliųjų išmaniųjų įrenginių naudojimas auga kasmet, pagal Statista surinktus duomenis, praeitais metais net 3,3 mlrd. žmonių pasaulyje turėjo išmaniuosius telefonus, atsižvelgiant į tai, koks yra žmonių skaičius pasaulyje, tai sudaro ~45% iš 100% visų pasaulio žmonių, kurie turi ir naudoja išmaniuosius įrenginius. Išmaniuosius telefonus turi apie 70% europiečių [6]. Taigi, įvairaus amžiaus

moksleivių, turinčių išmaniuosius įrenginius, kuriuos naudoja kiekvieną dieną, skaičius vis didėja. Atsižvelgiant į tai, įvairios mokymosi priemonės ir įrankiai, turėtų būti skirti arba bent pritaikyti mobiliesiems išmaniesiems įrenginiams. Tokių įrankių naudojimui vieta turi mažai reikmės, kas yra didelis privalumas, juos galima naudoti tiek mokymosi įstaigose pamokų ar kitų įvairių užsiėmimų metu, tiek mokantis namuose nuotoliniu būdu. Taigi, apibendrinus galima teigti, jog mobiliosios aplikacijos yra pagrindinė ir lengviausiai prieinama priemonė naudoti papildytą realybę mokymosi procese.

PR aplikacijų pagalba įgauname galimybę sklandžiai sujungti realų matomą pasaulį su virtualaus pasaulio objektais, dažniausiai tokios aplikacijos yra interaktyvios. Svarbiausia papildytos realybės užduotis yra daryti įtaką naudotojo suvokimui apie realybę, virtualaus pasaulio elementai susijungia su žmogaus matomu tikru pasauliu ne tik kaip įprastas duomenų pateikimas, bet taip pat yra įtraukiami asmens matymo įgūdžiai, siekiant sudaryti įspūdį, kad esamo pasaulio objektai yra susiję su skaitmeninio pasaulio objektais. Pirmoji PR sistema buvo išrasta XX amžiaus pabaigoje ir pradėta naudoti Jungtinių Amerikos Valstijų oro pajėgų laboratorijoje, su tikslu pagerinti darbo atlikimą tiek tiesioginio manipuliavimo metu, tiek vykdant nuotolinią manipuliaciją. [7]. Nuo tada PR praktinio pritaikymo įvairovė tik didėjo. PR integravimas į praktines situacijas ir dabar darosi vis paprastesnis ir lengvesnis, nes išmanieji įrenginiai yra labai plačiai paplitę, o jų aktualumas su kiekviena diena vis didėja.

Taigi, viena iš daugelio sričių, kuriose papildyta realybė gali būti sėkmingai pritaikoma, yra mokymosi procesas. PR gali būti lengvai integruojama į edukacinį procesą naudojant mobiliąsias aplikacijas. PR mobiliosios aplikacijos suteikia įvairesnes mokymo ir mokymosi galimybes, papildo įprastą, susistovėjusį mokymąsi, skatina besimokančiojo įsitraukimą į mokymosi procesą ir visa tai pasiekama per interaktyvumo prizmę. Taip pat, į mokymosi procesą integravus papildytą realybę, gali būti lengviau perteikti įvairius dalykus, procesus, pavyzdžius, kurie įprastai plika akimi yra sunkiai matomi.

2.2. Priemonių ir technologijų PR aplikacijai kurti palyginimas

Šiuo metu yra sukurta labai daug priemonių ir būdų mobiliosioms aplikacijoms kurti, tačiau kelios iš jų išsiskiria savo populiarumu, plačiomis funkcinėmis galimybėmis ir panaudojimo būdais. Tad prieš pradėdant kurti aplikaciją reikia apmąstyti, kokios funkcijos ir kokie reikalavimai turi būti išpildyti.

2.2.1. Priemonių aplikacijai kurti palyginimas

Nuolatiniai atnaujinimai ir tobulinamos funkcijos skatina vienas aplikacijų kūrimo priemones neatsilikti nuo kitų ir lygiuotis į lyderiaujančias platformas. Mobilųjų aplikacijų kūrimui buvo pasirinkti du rinkoje lyderiaujantys žaidimų varikliai *Unity* ir *Unreal*. Palyginti šias dvi priemones

buvo pasirinkti keturi aspektai – vaizdo kokybė ir tikroviškumas, pritaikomumas įrenginiams, panaudojimo efektyvumas ir dažno vartotojo charakteristikos:

1. Vienas pagrindinių skirtumų, vertinant *Unity* ir *Unreal* žaidimų variklius yra **vaizdo kokybė**. *Unreal* siūlo aukštos kokybės vaizdą įdedant daug mažiau pastangų, *Unity* nors ir gali kurti labai aukštos kokybės vaizdinius, reikia daug daugiau dirbti, kad produktas prilygtų *Unreal* kokybei. Dėl šios priežasties *Unreal* yra labiau naudojamas kurti didelės apimties žaidimams.

2. Prieš kuriant produktą, svarbu numatyti **kokiems įrenginiams jis bus skirtas**. Jeigu norima sukurti produktą mažesnio galingumo įrenginiams, tokiems kaip mobilieji telefonai, *Unreal* nėra tinkamas pasirinkimas. *Unity* leidžia kurti sudėtingus, daug duomenų apdorojančius produktus puikiai pritaikytus mobiliesiems įrenginiams neperkraunant jų ir nereikalaujant galingos kompiuterio sąveikos. [11]

3. Norint kuo geriau išnaudoti *Unreal* galimybes yra pareikalaujama turėti didelę komandą, norint optimaliai įgyvendinti projektą. Tam suburiamos didelės specialistų komandos atsakingos už tam tikras projekto dalis, kaip pavyzdžiui tik šėšėliavimas ar tik tekstūrų suderinimas. *Unity* yra puikus pasirinkimas mažesnėms ar net vieno žmogaus komandoms. Šis žaidimų variklis ir jo bibliotekos yra puikiai pritaikytos paengvinti procesus ir sukurti geresnes patirtis dirbant.

4. Renkantis žaidimų variklį, su kuriuo norima dirbti, svarbu įsivertinti savo **asmenines savybes**. Programuotojai dažniau renkasi *Unity*, tačiau menininkai – *Unreal*. Abu žaidimų varikliai siūlo tas pačias galimybes, tačiau pateikia jas skirtingais būdais, todėl varbu atrasti sau patogų dirbti būdą.

Taigi, abu žaidimų varikliai siūlo labai panašias galimybes, nuolat vykdo atnaujinimus ir ieško geriausių konkurento savybių, kurias galėtų pasipildyti pats. Tačiau laikui bėgant, galime daryti prielaidą, kad šios platformos bus atskiriamos tik pagal individualius personalizuotas poreikius ir veiksnius. Įvertinus apžvelgtus kriterijus ir asmeninę patirtį papildytos realybės aplikacijai kurti buvo pasirinkta *Unity* programa.

Unity pasižymi didele platformų palaikymo įvairove ir yra naudojamas internetiniams, kompiuteriniams, konsoliniams ir mobiliųjų įrenginių žaidimams kurti. *Unity* suteikia vartotojams galimybę kurti žaidimus tiek 2D, tiek 3D formatu. Šis kūrimo įrankis yra labai parankus tiek programuotojams, tiek menininkams, dėl daugelio aspektų. Savaiminė integracija su *Visual Studio* palengvina programuotojo darbą, pagreitina procesus, o galingi animacijos įrankiai, leidžiantys lengvai kurti 3D iškarpas ar kurti 2D animacijas nuo nulio tampa priežastimi, kodėl ši priemonė traukia ne tik mokančius programuoti. Taip pat, *Unity* siūlo nemokamą versiją, kad kūrėjai galėtų išleisti su *Unity Personal* sukurtus žaidimus nemokėdami už programinę įrangą, jei tik jie nenaudojami stambiais pramoniniais tikslais. Kadangi *Unity* gyvuoja nuo 2005 m., ji sukūrė didžiulį vartotojų ratą ir neišsenkančių išteklių biblioteką, kuri yra prieinama kiekvienam.[12] Ši priemonė turi ne tik

išsamią dokumentaciją ir instrukcijas, bet ir daugybę vaizdo įrašų ir mokymo programų internete, todėl tampa tik dar patrauklesniu įrankiu produktams kurti ir formuoti didelę vartotojų auditoriją.

2.2.2. Integruotų technologijų PR realizuoti palyginimas

Renkantis projektui kurti palankiausią papildytos realybės įrankį, labai svarbu nusistatyti pagrindinius kriterijus. Jie nustatomi atsižvelgiant į norimas būsimos aplikacijos funkcijas ir taikymo sritį, taip užtikrinant norimą gauti rezultatą.

Kaina – vienas pagrindinių kriterijų, į kurį reikia atsižvelgti renkantis įrankį, ypač kai produktas yra kuriamas ne komerciniais tikslais. Svarbiausias rodiklis tampa ar įrankio reikalingiausios funkcijos yra mokamos, ar nemokamos.

Palaikomos platformos – svarbu atkreipti dėmesį, kurioms operacinėms sistemoms skirtas aplikacijas galima kurti naudojantis konkrečiu aplikacijos kūrimo įrankiu. Svarbiausia, jog būtų palaikomos pagrindinės ir plačiausiai naudojamos OS.

Suderinamumas su Unity – tai vienas dažniausiai naudojamų nemokamų žaidimų ar aplikacijų kūrimo įrankių, kurio pagalba galima realizuoti papildytos realybės principą aplikacijose, todėl labai svarbu, kad technologijos turėtų galimybę integruotis į *Unity*.

3D ir 2D žymeklių atpažinimas – svarbu numatyti kokie žymekliai bus naudojami aplikacijoje. Ne visi kūrimo įrankiai palaiko ir trimačius ir dvimačius žymeklius. 3D funkcija leidžia naudoti realius objektus, kaip žymeklius PR aplikacijose. 2D žymekliai leidžia naudoti įvairius paveikslėlius ar kitus grafinius elementus.

Remiantis anksčiau išvardytais kriterijais ir šaltiniais [8], [9], [10] buvo sudaryta papildytos realybės aplikacijų kūrimo įrankių palyginimo 1 lentelė.

1 lentelė. Papildytos realybės aplikacijų kūrimo įrankių palyginimas ([8], [9], [10])

	Vuforia	Wikitude	ARToolKit
Pgr. funkcijos nemokamos	✓	✓	✓
Suderinamumas su Unity	✓	✓	✓
Palaikomos platformos/operacinės sistemos	Android, iOS, UWP (iš viso palaiko 25 platformas)	Android, iOS, UWP	Android, iOS, Linux, Windows, macOS
Yra 3D žymekliai	✓	✓	⊖
Yra 2D žymekliai	✓	✓	✓

Iš apžvelgtų pavyzdžių populiariausia ir daugiausiai kūrėjų naudojama yra *Vuforia* technologija, kadangi ji naujose *Unity* versijose jau yra integruota *Unity* programoje, nereikia įsigyti papildomų įrankių papildytos realybės aplikacijų kūrimui, taip pat yra pateikiamas didelis kiekis atvirai prieinamos technologijos veikimo ir naudojimo dokumentacijos, ji yra nuolat atnaujinama, todėl *Vuforia* įrankis šiuo atveju yra geresnis pasirinkimas nei kiti nagrinėti variantai. Taip pat, 1 lentelėje matyti, kad daugiausiai platformų palaiko *Vuforia* papildytos realybės kūrimo įrankis.

3. Aplikacijos projektavimas

Kuriant mobiliąją vietinę aplikaciją svarbu atkreipti dėmesį į tinkamų funkcinių ir nefunkcinių reikalavimų formuluotę, nes į juos atsižvelgiant bus kuriama aplikacija. Projektuojant aplikaciją yra svarbu patenkinti būsimus vartotojų grupių poreikius, kad aplikacijos veikimas ir naudojimas būtų patogus, paprastas, intuityvus, neatstumtų vartotojų, visos funkcijos būtų vykdomos teisingai.

3.1. Funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai

Būsima kuriamai aplikacijai išskirti funkciniai reikalavimai:

- Naudotojas visada gali lengvai išjungti aplikaciją.
- Naudotojas turi galimybę skaityti instrukcijas bet kuriuo aplikacijos naudojimo metu.
- Naudotojas turi galimybę manipuliuoti papildytos realybės objektais naudojant liečiamą ekraną.
- Naudotojas turi galimybę pažiūrėti konkretaus uždavinio sąlygos papildytą modelį.
- Naudotojas turi galimybę sužinoti konkretaus uždavinio atsakymą.
- Sistema, aptikusi konkretų 2D markerį, turi pateikti uždavinio sąlygą atitinkantį PR objektą.

Būsima kuriamai aplikacijai išskirti nefunkciniai reikalavimai:

- Vartotojo sąsaja turi atitikti *C.R.A.P.* dizaino principus.
- Aplikacija turi būti pritaikyta *Android* operacinei sistemai.
- Aplikacija turi pradėti veikti per 5 sekundes nuo jos įjungimo.
- Aplikacijos veikimui turi būti nereikalingas interneto ryšys.
- Vartotojo sąsajoje naudojama lietuvių kalba.
- Patogus aplikacijos valdymas ir navigavimas.

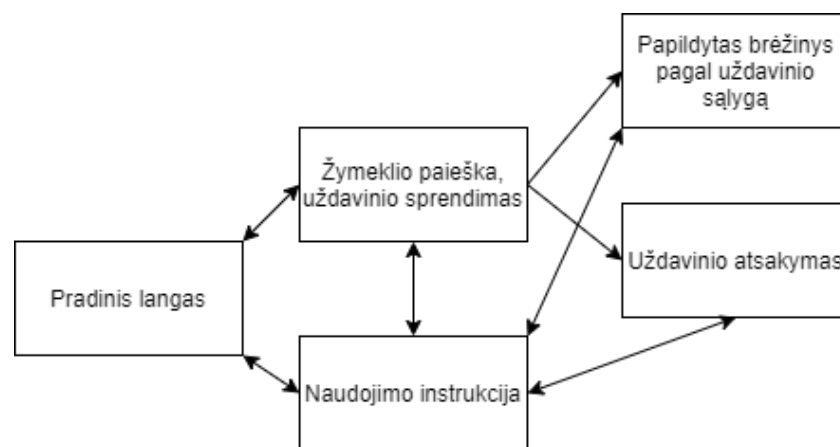
2 lentelė. Papildytas aplikacijos funkcinių reikalavimų sąrašas pagal posistemas.

Posistemė	Funkcinis reikalavimas	Naudotojas
Administravimo	Galimas aplikacijos valdymas	Administratorius
	Keisti aplikacijos parametrus	Administratorius
	Keisti aplinkos išvaizdą	Administratorius
	Sukurti aplikacijos dizainą	Administratorius
Mokymosi turinio rengimo ir teikimo	Kurti ir trinti uždavinius	Administratorius
	Kurti ir įkelti trimačius objektus	Administratorius
	Nustatyti uždavinių skaičių	Administratorius
	Redaguoti uždavinius	Administratorius
	Spręsti uždavinius	Naudotojas

	Skaityti naudojimo instrukcijas	Naudotojas
	Manipuliuoti trimačiais objektais	Naudotojas
	Peržiūrėti uždavinio papildytą modelį	Naudotojas
Vertinimo ir įsivertinimo	Nurodyti teisingą uždavinio atsakymą	Administratorius
	Pasirinkti uždavinio atsakymą	Naudotojas
	Matyti atsakymo teisingumą	Naudotojas
	Neteisingai atsakius, bandyti atsakyti dar kartą	Naudotojas

3.2. Struktūra

Abstraktus prototipo modelio sudarymas - tai vartotojo darbo proceso numatymas, kurio tikslas - kuo geriau padėti atlikti tam tikrą darbą. Abstraktus modelis aprašo vartotojo sąsajos struktūrą ir organizavimą – t.y. apibrėžia funkcijas prieš projektuojant išdėstymą. Turinio diagrama – tai žemo tikslumo prototipas, aprašantis informaciją fiziniam dizaino įgyvendinimui. Turinio diagramą sudaro tinklas iš mazgų (konteinerių) ir ryšių tarp jų. Kiekvienas konteineris – tai abstraktus vartotojo darbo proceso fragmentas. Ryšių struktūra nusako, kaip vartotojas naviguos tarp vartotojo sąsajos funkcinių sričių.[13]



14 pav. Projektuojamos aplikacijos turinio diagrama

Turinio diagramoje nurodoma iš kokio aplikacijos lango, į kokį galės nueiti naviguodamas. Iš pradinio lango galima nueiti į du kitus langus: naudojimosi instrukciją (paaiškinamos mygtukų reikšmės, funkcijos), ieškoti žymeklių – pradėti vykdyti PR procesą ir išeiti iš aplikacijos. Iš naudojimosi instrukcijos lango galima nueiti į papildytos realybės langą arba į pradinį aplikacijos langą. Daugelis scenų turi ryšį vena su kita dėl nuolat matomų greitųjų mygtukų.

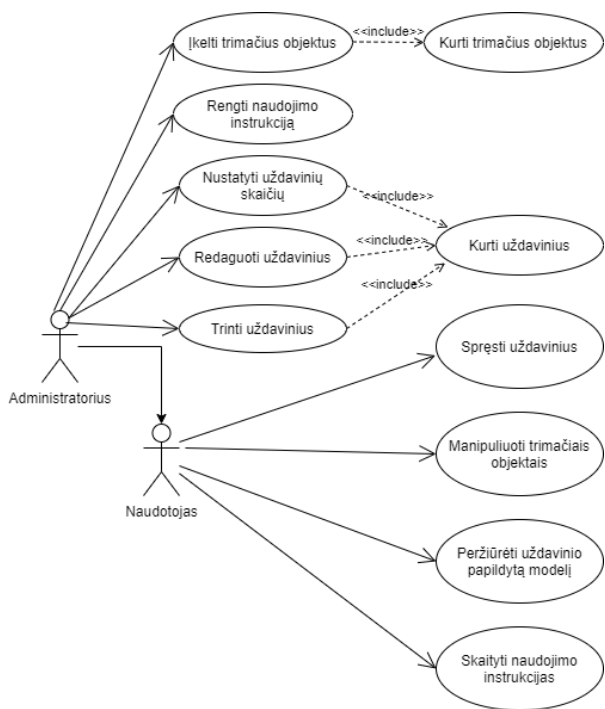
Panaudos diagrama parengta naudojantis išsikeltais funkciniais reikalavimais. Naudotojas turi galimybę peržiūrėti naudojimo instrukcijas bet kurioje aplikacijos eigos vietoje. Atsiradus papildytos

realybės objektui, naudotojas turi galimybę juo manipuliuoti, taip pat naudotojas turi galimybę pamatyti papildytą uždavinio objektą. Naudotojas turi galimybę peržiūrėti konkretaus uždavinio atsakymą, atsakymas pateikiamas iššokančio testo forma.

Aplikacijos panaudojimo atvejų sąrašas:

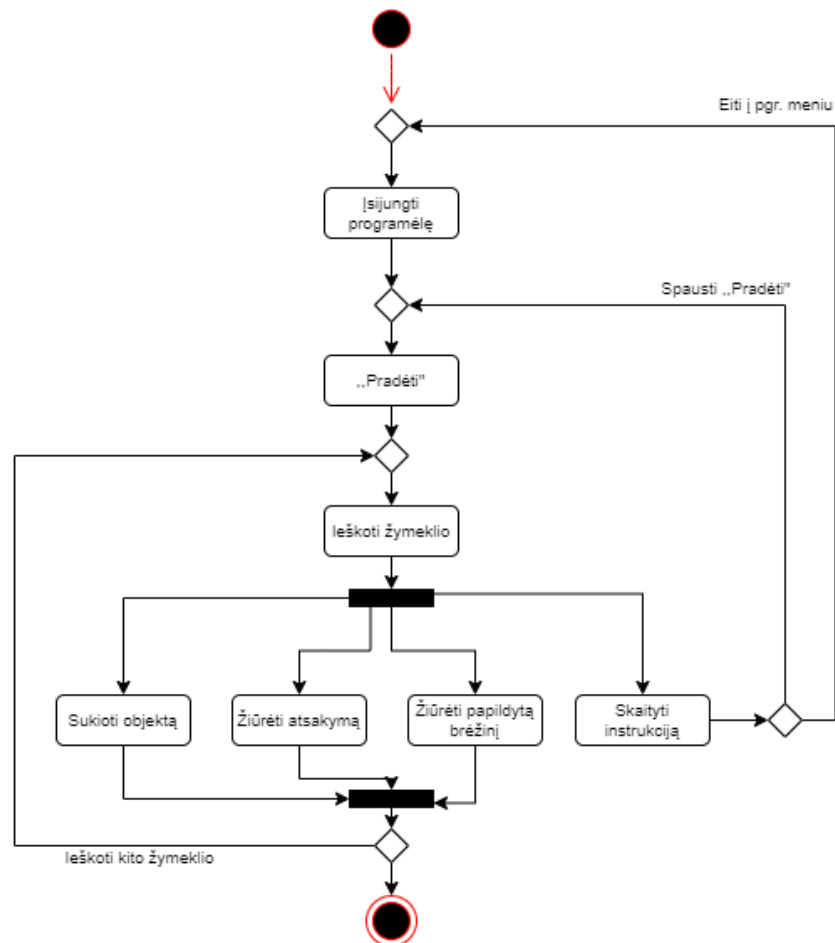
1. Administratorius gali keisti aplikacijos parametrus
2. Administratorius gali keisti aplikacijos išvaizdą
3. Administratorius gali kurti aplinkos dizainą
4. Administratorius gali įvesti ir trinti uždavinius
5. Administratorius gali kurti ir įkelti trimačius objektus
6. Administratorius gali nustatyti uždavinių kiekį
7. Administratorius redaguoti uždavinius
8. Administratorius gali nustatyti teisingą uždavinio atsakymą
9. Naudotojas gali manipuliuoti trimačiais objektais realiu laiku
10. Naudotojas gali spręsti uždavinius
11. Naudotojas gali kaityti naudojimo instrukcijas
12. Naudotojas gali peržiūrėti uždavinio papildytą modelį
14. Naudotojas gali pasirinkti uždavinio atsakymą
15. Naudotojas gali matyti ar atsakymas yra teisingas
16. Naudotojas gali bandyti atsakyti dar kartą, jei atsakė neteisingai

Aplikacijos mokymosi turinio rengimo ir teikimo posistemės panaudojimo atvejų diagrama:



15 pav. Turinio rengimo ir teikimo posistemės PA diagrama

Aplikacijos naudojimosi veiklos diagrama:



16 pav. Aplikacijos naudojimosi veiklos diagrama

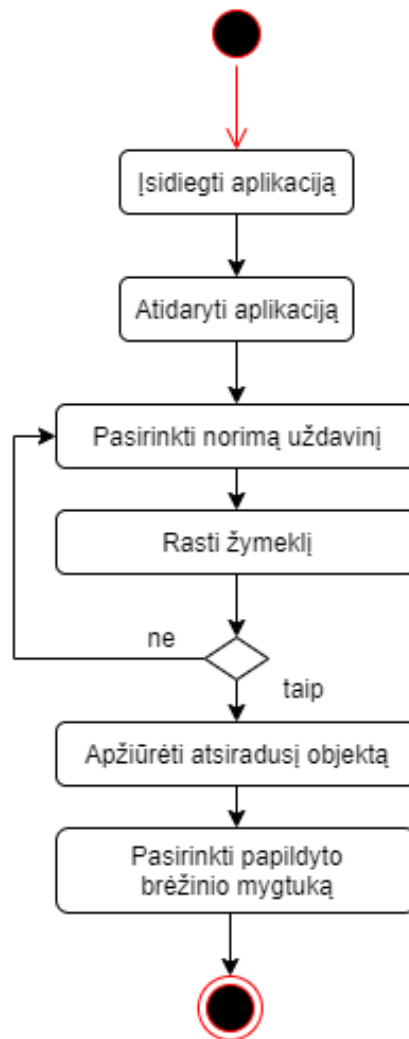
PA „Peržiūrėti uždavinio papildytą modelį“ specifikacija:

3 lentelė. PA „Peržiūrėti uždavinio papildytą modelį“ specifikacija

Panaudojimo atvejis	Kurti sistemos naudotojus
Tikslas	Naudotojas mato papildytą trimatį objektą pagal uždavinio sąlygą
Dalyviai	Naudotojas
Ryšiai su kitais PA	Kurti uždavinius Spręsti uždavinius Manipuliuoti trimačiais objektais Skaityti naudojimo instrukcijas
Nefunkciniai reikalavimai	Grafinė vartotojo sąsaja turi atitikti <i>CRAP</i> dizaino principus.
Prieš-sąlygos	Administratorius turi būti sukūręs ir įkėlęs užduotis ir jas papildančius trimačius objektus. Aplikacija turi būti parsisiųsta ir įdiegta į mobilųjį įrenginį. Naudotojas turi pasirinkti norimą spręsti uždavinį
Sužadinimo sąlygos	Naudotojo noras geriau suprasti uždavinio sąlygą ir pamatyti papildytą uždavinio brėžinį.

Po-sąlygos	Išspręstas uždavinys ir pasirinktas teisingas atsakymas
Pagrindinis scenarijus	Įsdiegiama aplikacija ir atidaroma. Pasirenkamas norimas spręsti uždavinys. Aptikusi žymeklį aplikacija parodo uždavinio sąlygoje minimą trimatį objektą, kurį galima manipuluoti (sukti, judinti, didinti, mažinti). Pasirenkamas ekrane matomas mygtukas, kuris reiškia rodyti papildytą brėžinį pagal uždavinio sąlygą.
Alternatyvūs scenarijai	Neatpažintas žymeklis. Norima pasirinkti atsakymą, neprašant pamatyti papildyto trimačio objekto.

PA „Peržiūrėti uždavinio papildytą modelį“ veiklos diagrama:



17 pav. „Peržiūrėti uždavinio papildytą modelį“ PA veiklos diagrama

3.3. Dalyviai

Kuriamos aplikacijos dalyviai numatyti du – aplikacijos naudotojas ir kūrėjas/administratorius. Administratorius valdys, koreguos, papildys ir kontroliuos visą sistemą, kurs aplikacijos turinį ir užduotis. Nustatys aplikacijos parametrus ir išdėstymą. Jis galės atlikti visus veiksmus, kuriuos galės atlikti ir besimokantysis. Aplikacijos naudotojas tai bus asmuo, įsdiegęs sukurtą mobiliąją aplikaciją

savo įrenginyje. Jis galės spręsti užduotis, manipuluoti rodomais trimačiais objektais, peržiūrėti uždavinio atsakymą, peržiūrėti papildomą uždavinio objektą, skaityti naudotojo instrukcijas.

3.4. Dizainas ir vartotojo sąsaja

Pagal išsikeltus reikalavimus kuriama aplikacija turi atitikti *C.R.A.P.* ir vartojamumo analizės principus. Vartotojo sąsajai turi būti priskirtas ir įvardintas konkretus koncepcinis modelis.

3.4.1. Vartojamumo analizė

Vartojamumo principų analizė tai vienas tinkamiausių būdų nusakyti ir įvertinti vartotojo sąsajos išpildymą. Pagrindiniai vartojamumo tikslai yra efektyvumas, produktyvumas, saugumas, naudingumas, lengvai įsisavinama informacija ir įsimintinumas. Žinant vartojamumo principus ir tikslus bei jais vadovaujantis galima suprasti kaip naudotojas reaguos į aplikaciją, jos turinį, kaip sąveikaus su vartotojo sąsajos elementais ir ar aplikacija paliks gerosios naudojimo praktikos įspūdį.

Vartojamumo principai:

1. **Matomumas** – aplikacijos lange matomi visi sąveikauti reikalingi elementai, kurie pateikti aiškiai ir yra lengvai paspaudžiami, bei nuolat matomi (menu ir pagrindinės aplikacijos funkcijos). Jie nereikalauja jokios papildomos paieškos ar navigacijos aplikacijoje.
2. **Grižtamasis ryšys** – informacijos apie suteiktus veiksmus naudotojui suteikimas, visi mygtukai atlieka savo funkcijas ir paspaudus mygtuką atsiranda tam tikri numatyti elementai. Grižtamasis ryšys labai mažas. Apsiribojama trumpais pranešimais ir puslapio element išskyrimu iš kitų jų paspaudus.
3. **Apribojimai** – tai gali būti tam tikri veiksmai ar vartotojo sąsajos ribojimai. Kalbant apie projektuojamą aplikaciją pagrindinis ribojimas yra jos turinio pateikiamas tik lietuvių kalba.
4. **Funkcijos žymėjimas** – šis principas apibrėžia ryšį tarp mygtukų ir atliekamų funkcijų. Aplikacijoje bus naudojamos minimalistinės ikonos, kurios turės sąsają su atliekama konkrečia funkcija.
5. **Pastovumas** – šis principas įgyvendinamas, kai vartotojo sąsaja naudoja vienodus elementus toms pačioms užduotims atlikti. Taip vartotojo sąsaja daug lengviau išmokti naudotis, suteikiama aiškumo.
6. **Galimybės** - tai savybė, kuri leidžia suprasti, kaip konkretų aplikacijos objektą panaudoti.

Projektuojant aplikaciją svarbu numatyti, kad jos valdymas būtų intuityvus. Tiesa, visų rekomendacijų ir taisyklių laikymasis negali visiškai garantuoti geros vartotojo sąsajos. Svarbiausia yra suprasti potencialų naudotoją, pritaikyti turinį bei jo pateikimą atkreipiant dėmesį į tikslinės auditorijos poreikius.

3.4.2. C.R.A.P. principai

Grafiniam dizainui internetinėse svetainėse ar aplikacijose apibūdinti ir įvertinti dažniausiai naudojamas *C.R.A.P.* metodas. *C.R.A.P.* iššifravus reiškia kontrastą (*angl. Contrast*), atkartojamumą (*angl. Repetition*), lygiavimą (*angl. Alignment*) ir artimumą (*angl. Proximity*) [17]. Tai keturi pagrindiniai grafinio dizaino principai, kuriuos dizaineriai privalo visada naudoti kurdami vartotojo sąsają. Ir dabar dizainui apibūdinti buvo pasirinktas *C.R.A.P.* metodas, nes:

1. Kontrastas išryškina svarbiausius elementus, kuria dinamiškumą.
2. Elementų pasikartojamumas visoje sąsajoje užtikrina pastovumą ir vieningumą.
3. Rikiavimas vizualiai sujungia elementus į bendrą visumą.
4. Artimumas sugrupuoja susijusius elementus, priešingu atveju juos atskiria.
5. Kontrastas greitina peržiūrą, pasirūpina, kad žmogaus žvilgsnis fiksuotų svarbiausius elementus.
6. Panašios reikšmės informacija bus atvaizduojama panašioje arba toje pačioje vietoje bei panašiu būdu.
7. Pagrindinis meniu arb mygtukai visada kartojasi toje pačioje vietoje.
8. Norint parodyti, kad objektai vienas su kitu susiję, pasitelkiamas artumas, todėl rengiant vartotojo sąsają, susiję objektai yra išdėstomi arčiau vienas kito. [18]

Remiantis *C.R.A.P.* metodu 4 lentelėje buvo apibrėžtas ir projektuojamos aplikacijos dizainas:

4 lentelė. Projektuojamos aplikacijos dizaino apibrėžtys, naudojant *C.R.A.P.* metodą

C.R.A.P. principas	Apibūdinimas
Kontrastas	Naudojami skirtingi teksto dydžiai, teksto ir fono spalvos atsižvelgiant į poreikį. Pabrėžiami svarbiausi elementai, interaktyvūs mygtukai. Dėmesys lengvai sutelkiamas į svarbiausia informaciją, lengva naviguoti aplikacijoje.
Atkartojamumas	Visoje aplikacijoje išlaikytas toks pat šriftas ir spalvos. Panašių funkcijų elementai yra žymimi vienodai. Lengva suprasti puslapio elementų reikšmę ar paskirtį.
Lygiavimas	Išlaikytas centrinis lygiavimas. Elementams išdėstyti naudojamas tinklelis. Visi elementai yra vizualiai susieti vieni su kitais.
Artimumas	Susiję elementai atskirti nuo nesusijusių, jų išvaizda atrodo panašiai, kas leidžia lengviau suprasti aplikacijoje pateikiamą turinį.

Apibendrinant, įgyvendinus *C.R.A.P.* metodą aplikacijoje, jos dizainas turi būti toks, jog būtų lengva naviguoti, būtų išskiriami ir aiškiai matomi svarbiausi elementai – mygtukai, kurie leidžia sąveikauti su aplikacija. Bendrąja prasme, dizainas turi būti tvarkingas, paprastas ir papildomai neapkraunantis vartotojo.

3.4.3. Konceptinis modelis

Konceptinis modelis – aukšto lygio aprašymas, nurodantis kaip sistema veikia ir kaip vartotojas sąveikauja su ja. Grafikos dizaineriai naudoja konceptinius modelis norint apsibrėžti, kaip sistemoje bus naviguojama, veikiama ir ieškoma dar prieš pradėdant kurti aplikaciją. Norint nustatyti aplikacijai tinkamą konceptinį modelį reikia atsakyti į sau iškeltus pagrindinius klausimus:

- Ką vartotojai veiks atlikdami savo užduotį?
- Kaip sistema reaguos į vartotojo veiksmus?
- Kaip vartotojas sąveikaus su sistema?
- Kokie bus naudojami sąveikos būdai ir stiliai?

Atsakius į minėtus klausimus galima spręsti, kuris konceptinis modelis yra tinkamiausias projektuojamai sistemai ar aplikacijai. Jų yra keturi:

1. Instrukcijų – naudojamos komandos, mygtukai, sistemai nurodoma, ką daryti.
2. Bendravimo – būdingas bendravimas su sistema ar kitu vartotoju.
3. Manipuliavimo – būdinga sąveika su objektais, jų nešimas, tempimas, naudojami fiziniai valdikliai.
4. Navigavimo ir paieškos – būdingas judėjimas per virtualų pasaulį arba fiziniame aplinkoje. [19]

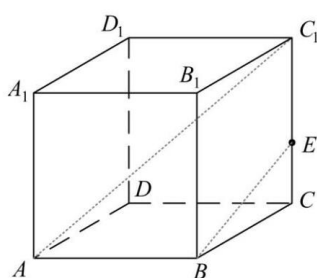
Remiantis aukščiau aptarta informacija ir charakteristikomis buvo nustatyta, kad projektuojama aplikacija bus hibridinio instrukcijų ir manipuliavimo konceptinio modelio. Instrukcijų konceptinis modelis aplikacijoje bus įgyvendinamas naudojant meniu, interaktyvius mygtukus, naudotojas lieps sistemai atlikti tam tikras komandas. Manipuliacinis konceptinis modelis pasireikš per tiesioginę 3D objektų manipuliavimo galimybę mobiliojo įrenginio ekrane. Papildytos realybės objektus bus galima sukoti, didinti, mažinti.

4. Aplikacijos įgyvendinimas

Papildytos realybės mobilioji aplikacija kurta naudojant vieną populiariausių rinkoje žaidimų variklį ir aplikacijų kūrimo įrankį *Unity*. Projektui kurti naudota naujausia šios programos versija *2020.3.26f1*. Papildytos realybės principui įgyvendinti ir integruoti buvo panaudotas papildomas variklis *Vuforia*. Aplikacijos kodui rašyti naudotas *Microsoft Visual Studio 2019* ir *C#* programavimo kalba. 3D objektai kuriami *Blender* programoje. Mobiliosios aplikacijos dizainas buvo projektuojamas įrankio *Canva* pagalba.

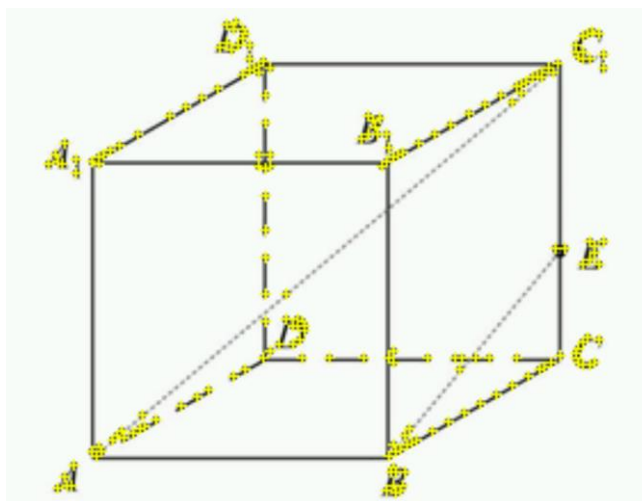
4.1. Vuforia integracija ir papildytos realybės įgyvendinimas

Norint sukurti papildytos realybės aplikaciją naudojant *Unity*, reikalinga papildoma *Vuforia* variklio integracija į programą. Naudodama žymeklius ir įrenginio vaizdo kamerą *Vuforia* leidžia identifikuoti iš anksto nustatytus atpažinimo taškus ir ekrane parodyti PR objektą. Žymekliais pagrįstoje PR naudojami markeriai, kurie iššaukia, aktyvina virtualius objektus realioje aplinkoje, todėl *Vuforia* veikimo tikslas yra esamame pasaulyje ieškoti žymeklių ir juos aptikus atlikti konkrečius veiksmus. Žymekliai, patekę į vaizdo kameros matomą lauką yra identifikuojami kaip atskaitos taškai. Yra dvi pagrindinės žymeklių rūšys: 2D žymekliai ir 3D žymekliai. Kuriamoje aplikacijoje pasirinkta naudoti tik 2D žymeklius dėl lengvesnio jų nuskaitymo ir aptikimo galimybių. Taip pat, kadangi aplikacija yra kuriama siekiant papildyti jau esamą mokymosi turinį, svarbu, kad ji nereikalautų jau esamo turinio korekcijų. Panaudojant jau esamus turinio pateikimo sprendimus, žymekliais buvo parinktos ir nustatytos uždavinio sąlygos dalys, pavyzdžiui: geometrijos uždavinio pradinis brėžinys.



18 pav. Uždavinio sąlygoje nurodytas brėžinys – pasirinktas aplikacijos žymeklis

Žymekliai yra kuriami *Vuforia* aplinkoje naudojant *Target Manager* įrankį. Jis nustato ir pažymi atpažinimo taškus įkeltame paveikslėlyje, įvertina jo kokybę ir atpažinimo lengvumą (kuo daugiau paveikslėlyje nustatoma atpažinimo taškų, tuo žymeklį yra lengviau atpažinti).





19 pav. Žymeklis su jame pažymėtais atpažinimo taškais

Minėtojo *Target Manager* pagalba sukuriama duomenų bazė, kurioje yra talpinami visi norimi projekto markeriai. Suformuota duomenų bazė eksportuojama kaip bendras paketas *.unitypackage* formatu.

UZDAVINIAI [Edit Name](#)
 Type: Device

Targets (2)

Add Target

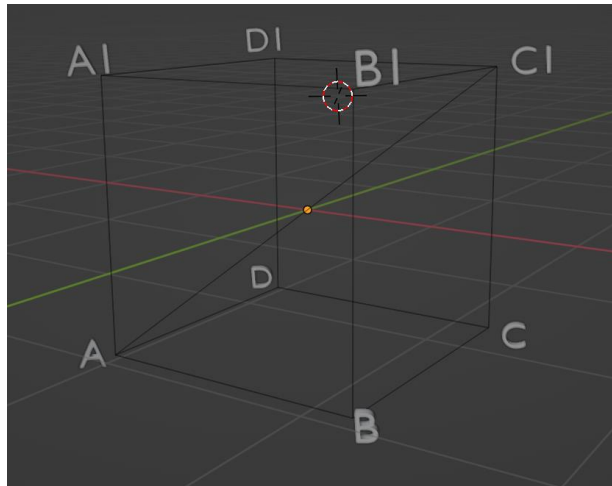
<input type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾
<input type="checkbox"/>	 Fiksavimas	Single Image	★★★★☆	Active
<input type="checkbox"/>	 uždavinys1	Single Image	★★★★☆	Active

20 pav. Žymeklių duomenų bazės *Vuforia* sistemoje atvaizdavimas

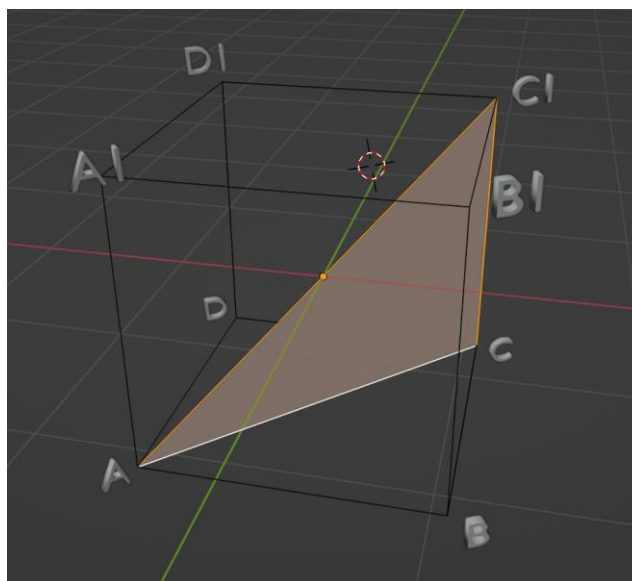
Suformavus žymeklių duomenų bazę, aplikacijos kūrimas persikelia į *Unity* programą.

4.2. 3D objektų kūrimas

Virtualiems 3D objektams kurti naudojama priemonė *Blender*. Vienam uždaviniui yra kuriama po du trimačius modelius: pirminį modelį, kuris atkartoja uždavinio sąlygą, ir papildomą modelį, kuris yra papildytas reikalingais elementais norint gauti uždavinio atsakymą. Sukurti objektai eksportuojami *Unity* palaikomu *.fbx* formatu, nes objektai turės būti įkeliami į *Unity* aplinką, kurioje kuriama aplikacija.



21 pav. Pradinis uždavinio sąlygos brėžinys



22 pav. Papildytas uždavinio sąlygos brėžinys

4.3. Dizaino elementai

Pagal išsikeltus kriterijus buvo kuriamas mobiliosios aplikacijos dizainas, kurio esminiai principai turėtų būti paprastumas ir aiškumas. Visuose aplikacijos languose naudojami atsikartojantys stiliaus elementai užtikrinant vaizdo vientisumą.

Naudojamas šriftas: *Arimo*

Naudojamos keturios tarpusavyje derančios spalvos: #541818; #C17973; #8D5955; #320F0F

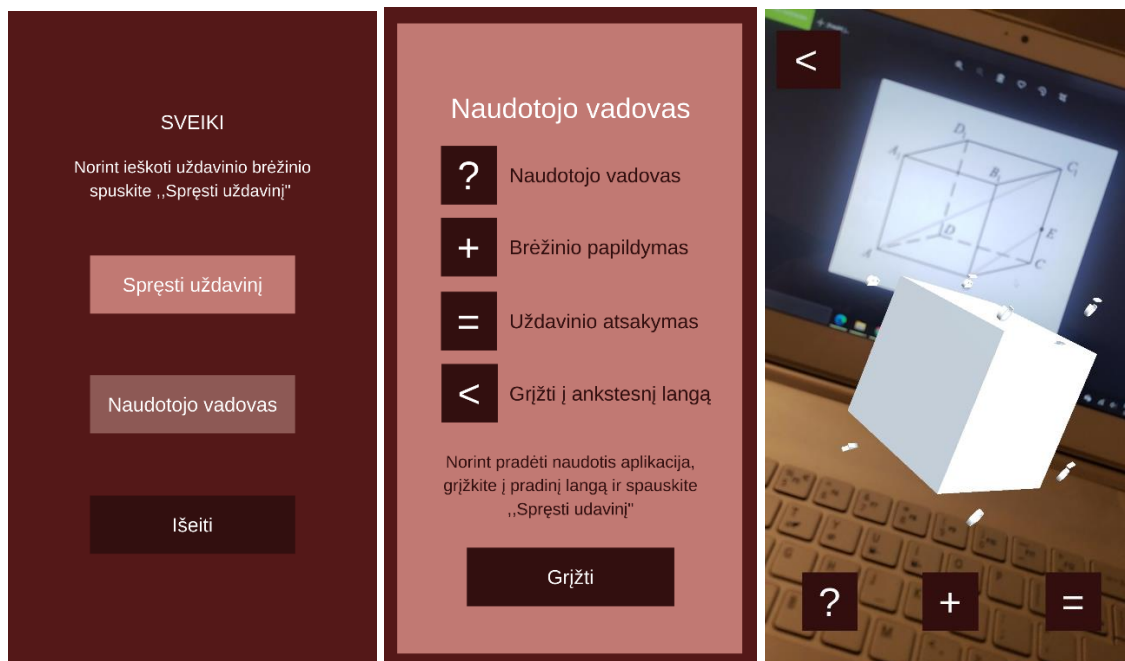
Mygukams pasirinkti jų funkcionalumą atitinkantys tarptautiniai simboliai:

? – nukreipiama į Naudotojo vadovo langą, kuriame galima rasti informaciją apie aplikacijos veikimą ir kitų mygtukų trumpinių reikšmes.

+ - brėžinio papildymas. Vartotojui rodomas pagal sąlygą papildytas brėžinys su elementais norint gauti atsakymą.

= - uždavinio atsakymas. Šis mygtukas parodys sprendžiamo uždavinio atsakymą.

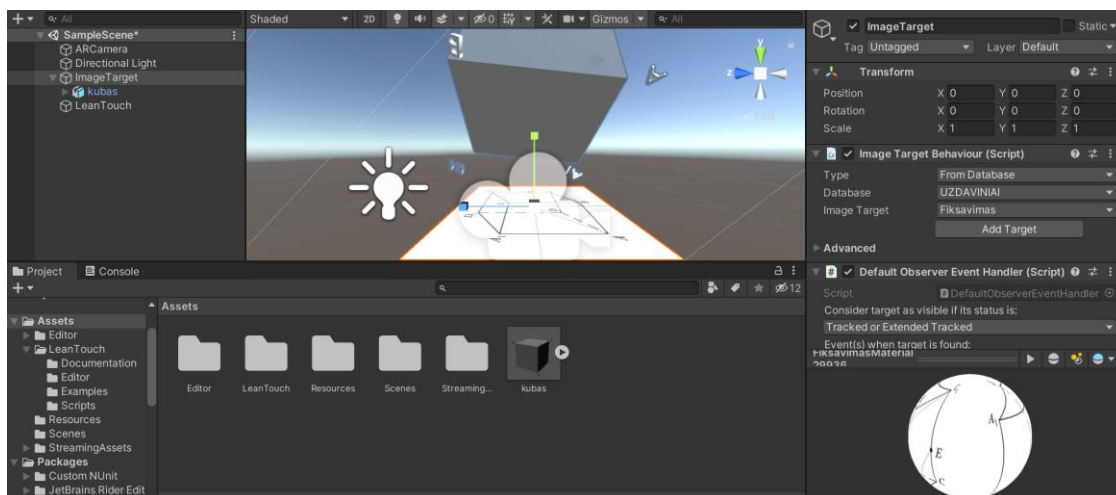
< - mygtukas leidžiantis grįžti į pradinį langą ir pradėti nuo pradžių.



23 pav. Aplikacijos dizainas, naudojamos spalvos ir simboliai

4.4. Aplikacijos kūrimas *Unity* aplinkoje

Projektui pradėti sukuriama pradinė scena, kurioje integruojama Vuforia vaizdo aptikimo posistemė. Į projektą įkeliama ir jau paruošta .unitypackage žymeklių duomenų bazė. Kiekvienam žymekliui – markeriui priskiriamas dukterinis PR objektas, kuris bus parodomas aptikus paveikslėlio atpažinimo taškus.



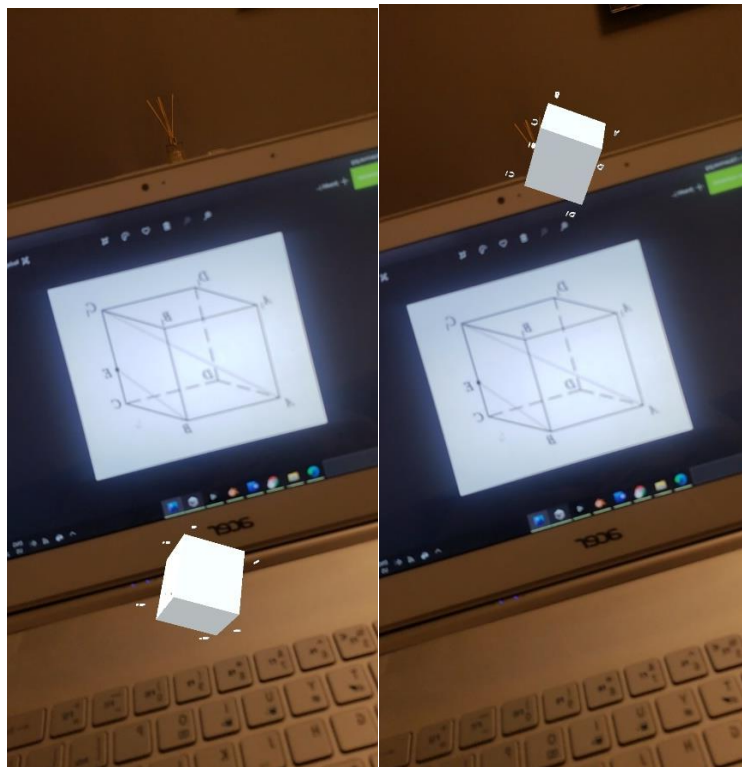
24 pav. Projekto kūrimas *Unity* aplinkoje

Įkeltam 3D objektui yra priskiriami manipuliacijos veiksmai, kurie leidžia sukroti, didinti, mažinti ir perkelti ekrane atsiradusį objektą. Veiksams kurti naudojama *Microsoft Visual Studio* integracija *Unity* įrankyje. Naudojant *C#* programavimo kalbą objektams yra nurodomos komandos: *.MoveObject*; *.RotateObject*; *.ScaleObject*.

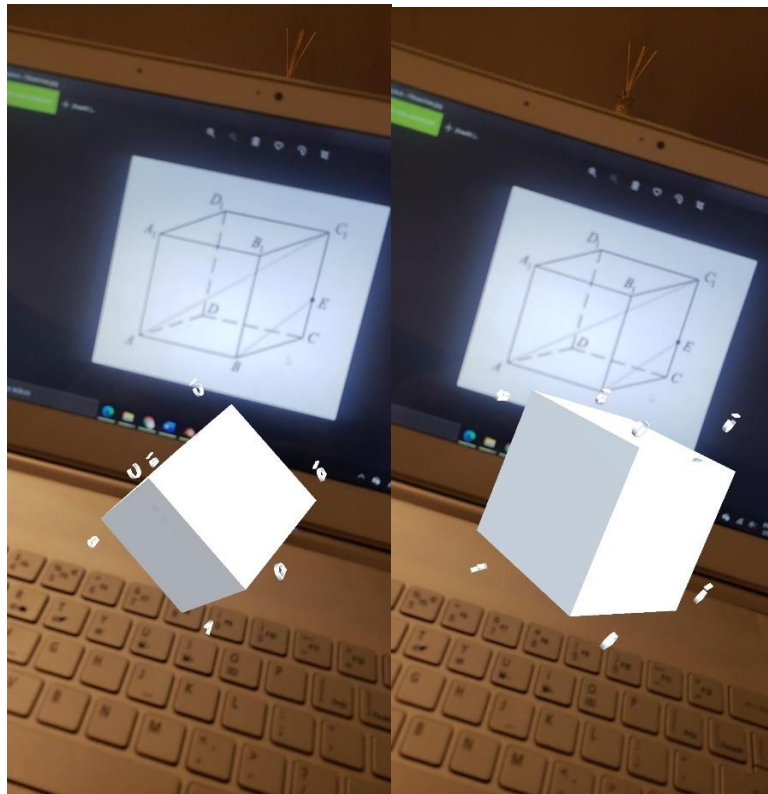
```
using UnityEngine;

// This script will move the GameObject based on finger gestures
public class SimpleMove : MonoBehaviour
{
    protected virtual void LateUpdate()
    {
        // This will move the current transform based on
        // a finger drag gesture
        Lean.LeanTouch.MoveObject(transform,
        Lean.LeanTouch.DragDelta);
    }
}
```

25 pav. .MoveObejct komandos kodo pavyzdys



26 pav. Matomas PR objekto sukimo ir kilnojimo atvaizdavimas

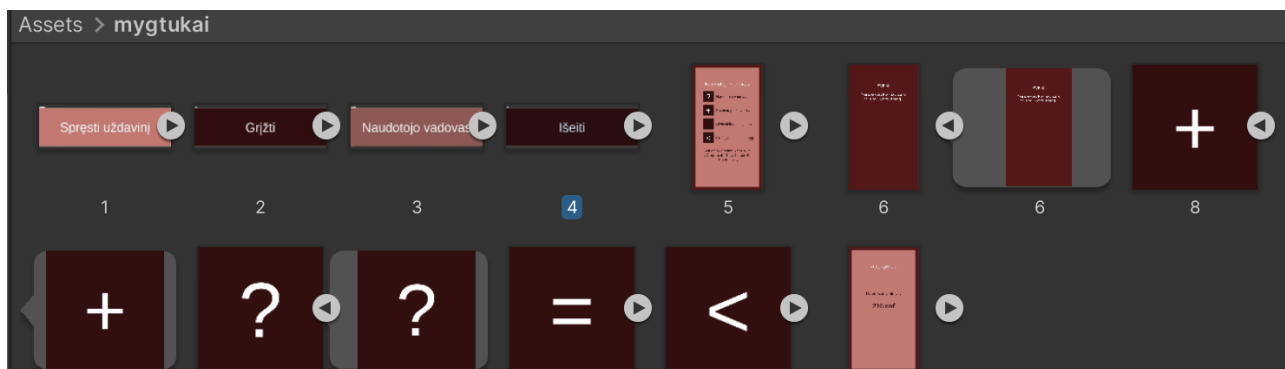


27 pav. Matomas PR objekto dydžio keitimo, sukimo atvaizdavimas

Pradiniam aplikacijos langui sukurti buvo naudojami *Canva* įrankiu paruošti eskizai. Lango foną, mygtukus ir tekstą buvo pasirinkta į projektą įkelti kaip paveikslėlius, nekuriant jų atskirai tik *Unity* programoje. Norint naudoti sukurtus dizainus kaip interaktyvius mygtukus, jiems priskiriamas tekstūros tipas *Sprite (2D and UI)*.



28 pav. Pradinis aplikacijos langas ir jo struktūra Unity darbinėje aplinkoje



29 pav. Mygtukų dizainams priskirtas tekstūros tipas *Sprite (2D and UI)*

Pagrindinis menu langas sukurtas remiantis vaikščiojimo per projekto scenas principu. Kiekvienas mygtukas buvo priskirtas atskiram naujam langui, kuris atsidaro palietus mygtuką išmaniojo įrenginio ekrane.

```
public class ChangeSceneWithButton : MonoBehaviour
{
    public void LoadScene(string sceneName)
    {
        SceneManager.LoadScene(sceneName);
    }
}
```

30 pav. Kodo dalis, suteikianti galimybę mygtukų pagalba patekti į kitą aplikacijos sceną

Pagrindiniame lange matomas mygtukas *Iseiti* leidžia be jokių papildomų veiksmų išjungti aplikaciją.

```
public void Exit()
{
    Application.Quit();
}
```

31 pav. Mygtukui priskirta komanda, leidžianti išėiti iš aplikacijos

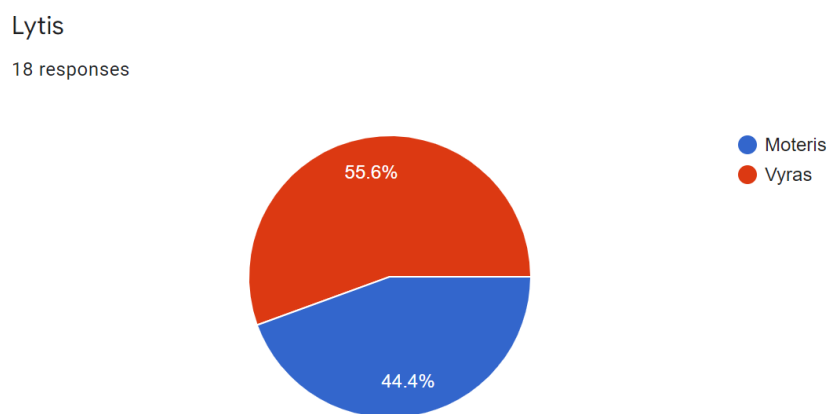
Aplikacijos veikimo vaizdo įrašas: <https://youtube.com/shorts/C5FYCNPIJ9o?feature=share>

5. Aplikacijos testavimas

Norint nustatyti aplikacijos tinkamumą naudoti realiame mokymosi procese ir išsiaiškinti jos trūkumus bei privalumus, aplikacija buvo pateikta išbandyti *Vilkaviškio Aušros gimnazijos* VIII klasės mokiniams matematikos pamokoje. Išbandę programėlės veikimą, mokiniai užpildė elektroninę apklausos anketą, kurioje buvo išsiaiškintas mokinių susidomėjimas ir toliau naudoti papildytos realybės priemonės pamokose.

5.1. Aplikacijos įvertinimo apklausos rezultatai

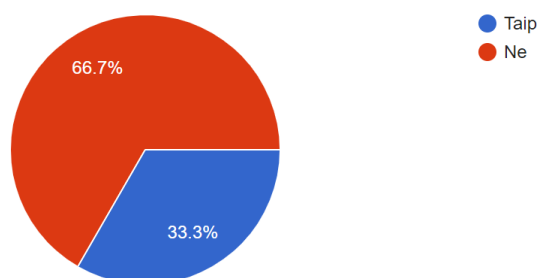
Apklausos anketą užpildė 18 vienos aštuntokų klasės mokinių. Pirmajame klausime buvo paprašyta nurodyti savo lytį, siekiant išsiaiškinti mokinių pasiskirstymą. Iš jų 44.4% sudarė merginos ir 55.6% vaikinai.



32 pav. Mokinių pasiskirstymas klasėje pagal lytį

Siekiant išsiaiškinti ar mokiniai anksčiau jau buvo susidūrę su PR ar VR žaidimais, aplikacijomis ar kitomis patirtimis, buvo paprašyta tai nurodyti. Paaiškėjo, jog tokių priemonių išbandyti neteko net diems trečdaliams mokinių (66.7%). Likusioji dalis (33.3%) nurodė, jog jiems yra tekę išbandyti PR ar VR galimybes.

Ar anksčiau yra tekę išbandyti papildytos realybės aplikacijas ar žaidimus?
18 responses

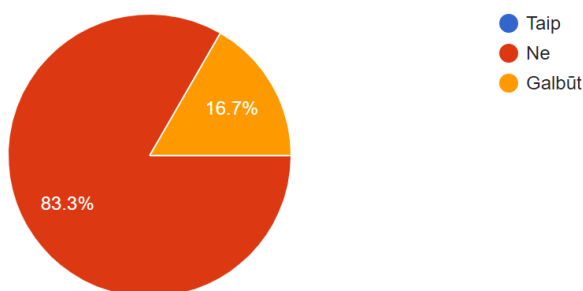


33 pav. Klausimo, apie respondentų patirtį su PR technologijomis, rezultatai

Prieš mokiniams pradėdant naudoti pateiktą aplikaciją, reikia ją parsisiųsti ir įsidiegti savo išmaniajame įrenginyje. Buvo paklausta ar kilo sunkumų bandant tai padaryti. Didžioji dalis mokinių, net 83.3%, atsakė jog jiems nekilo jokių sunkumų bandant įsidiegti programėlę. 16.7% respondentų pateikė neužtikrintą atsakymą, todėl galima daryti išvadas, jog viskas vyko ne visai sklandžiai. Tokių, kuriems programėlę įsidiegti pasirodė sunku – nebuvo.

Ar kilo problemų įsidiegti programėlę?

18 responses

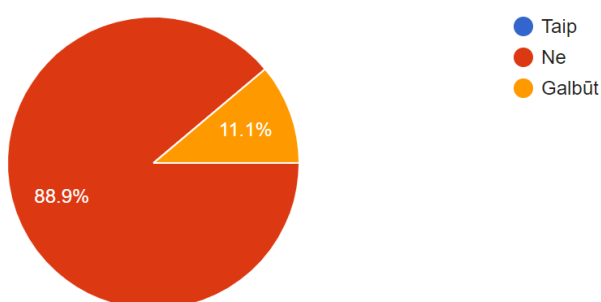


34 pav. Klausimo, apie kilusius sunkumus bandant įdiegti programėlę, rezultatai

Respondentų buvo paklausta ar įdiegus aplikaciją buvo sunku ją atidaryti. 11.1% atsakiusių pateikė atsakymą *Galbūt*, nenurodant priežasties. Po apklausos buvo išsiaiškinta, jog pateikusiems tokį atsakymą tapo sunku rasti įdiegtą programėlės failą įrenginio parsisiųstų duomenų archyve, dėl itin didelio tame aplanke esančio failų skaičiaus. Likusioji dalis, 88.9% respondentų, nurodė, jog programėlę atsidaryti mobiliajame įrenginyje buvo lengva.

Ar buvo sunku atsidaryti programėlę?

18 responses

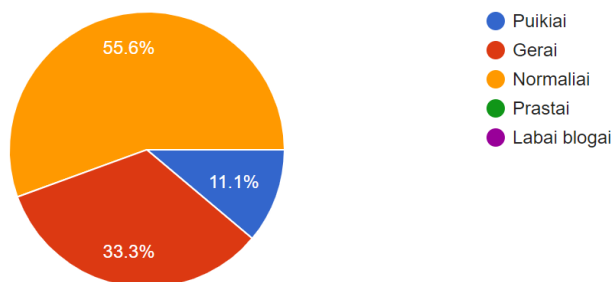


35 pav. Klausimo, apie kilusius sunkumus bandant atidaryti programėlę, rezultatai

Respondentų buvo paprašyta įvertinti programėlės dizainą ir bendrą elementų išvaizdą joje. Daugiau nei pusė mokinių įvertino normaliai, trečdalis (33.3%) – gerai ir 11.1% puikiai. Nepalankiai įvertinusių aplikacijos išvaizdą nebuvo.

Kaip vertinate bendrą programėlės dizainą? (spalvos, teksto šriftas ir dydžiai, mygtukų dydžiai)

18 responses

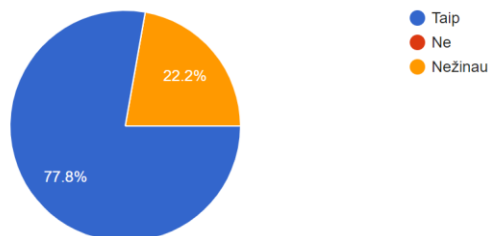


36 pav. Aplikacijos dizaino įvertinimas pagal apklausos rezultatus

Paklausus apie navigavimą programėlėje, daugeliui jis pasirodė aiškus, paprastas ir lengvai suprantamas (77.8%). Kita dalis atsakiusių pateikė neužtikrintą atsakymą *Galbūt*.

Ar buvo lengva naviguoti programėlėje?

18 responses

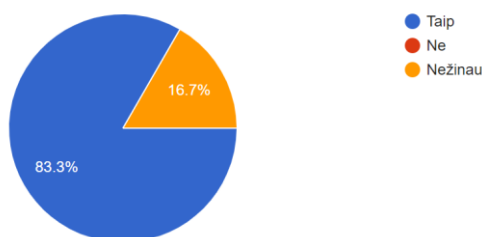


37 pav. Aplikacijos aiškumo įvertinimas pagal apklausos rezultatus

Ekrane pasirodantys 3D virtualiosios realybės objektai respondentams pasirodė aiškūs, nesudėtingi (83.3% atsakiusių). Neigiamai atsakiusių nebuvo, todėl galima daryti išvadą, jog objektai buvo pateikiami tinkamai.

Ar ekrane atsiradęs 3D objektas buvo aiškus?

18 responses

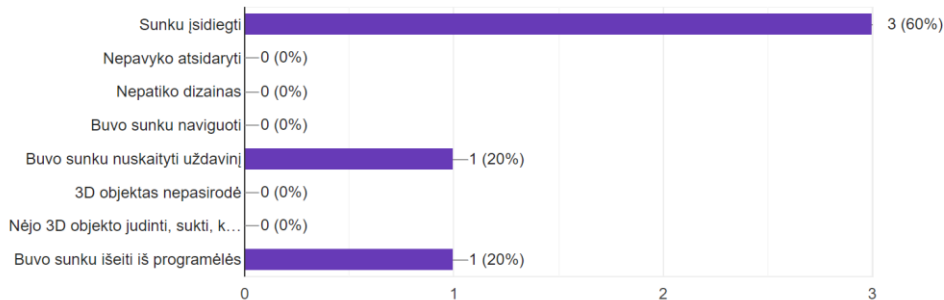


38 pav. Aplikacijos aiškumo įvertinimas pagal apklausos rezultatus

Siekiant išsiaiškinti aplikacijos trūkumus respondentams buvo pateikiami atsakymų variantai, iš kurių jie galėjo pasirinkti kelis. Šis klausimas buvo pateiktas neprivaloma tvarka, todėl į jį atsakė tik 5 mokiniai susidūrę su didesnėmis problemomis. 3 respondentai nurodė, jog jiems buvo sunku įsidięgi programėlę. Vieną kartą buvo pasirinkti atsakymai, jog uždavinį nuskaityti buvo sunku ir kilo problemų, norint išeiti iš programėlės, nes trūko papildomo grįžimo mygtuko.

Su kokiais sunkumais susidūrėte naudojantis programėle? Jeigu jokių sunkumų nepatyrėte, šį klausimą praleiskite.

5 responses

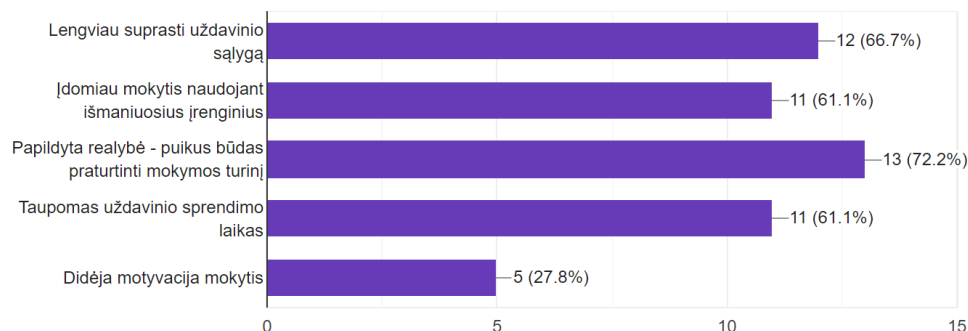


39 pav. Įvardinti kilę sunkumai naudojant aplikaciją

Respondentų buvo paklausta, kas jiems labiausiai patiko naudojant aplikaciją pamokoje ir visi atsakymai buvo pasirinkti ne po vieną kartą. Kaip pagrindinis programėlės privalumas išryškėjo – papildytos realybės priemonės padaro mokymosi turinį patrauklesniu (šį atsakymo rinkosi 72.2% mokinių). Viena svarbiausių aplikacijos funkcijų buvo įvardinta savybė padaryti uždavinio sąlygą lengviau suprantamą (rinkosi 66.7% atsakiusiųjų). Mažiausiai kartų buvo įvardintas variantas, jog PR priemonės didina motyvaciją mokytis (27.8% atsakiusiųjų).

Kokius programėlės privalumus įžvelgiate labiausiai?

18 responses

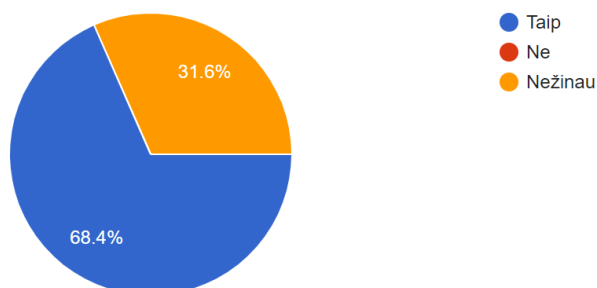


40 pav. Aplikacijos privalumai pagal apklausos rezultatus

Taip pat, buvo paklausta ar naudojant aplikaciją uždavinius spręsti buvo ir lengviau, ir įdomiau. Iš pateiktų rezultatų galima matyti, jog trečdalis mokinių nežino ar programėlė jiems palengvino uždavinių sprendimą. Įvertinant santykį tarp šių dviejų klausimų atsakymų, galima teigti, jog įdomesnis, patraukliau pateiktas mokymosi turinys ne visada palengvina mokymosi procesą.

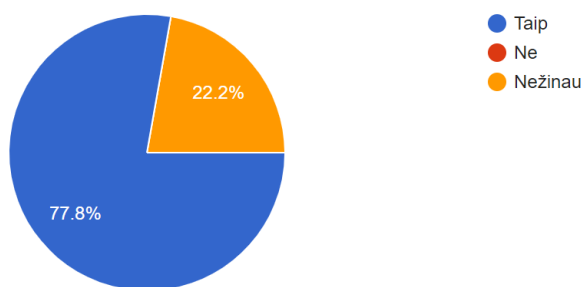
Ar naudojant aplikaciją uždavinius spręsti buvo lengviau?

18 responses



Ar naudojant aplikaciją uždavinius spręsti buvo įdomiau?

18 responses

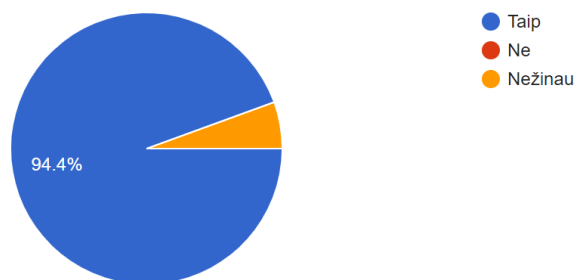


41 pav. Apklauso rezultatai apie mokymosi proceso palengvinimą

Apibendrinant, respondentų buvo paklausta ar jie mano, jog PR programėlė yra naudinga mokymosi procese ir ar norėtų naudoti panašias priemones ir kitų dalykų pamokose. Beveik visi mokiniai (94.4% atsakiusių) aplikaciją įvardino kaip naudingą ir įdomią, todėl pozityviai vertintų panašių priemonių naudojimą dažniau ir įvairesnėse srityse.

Ar programėlė yra naudinga mokymosi procese?

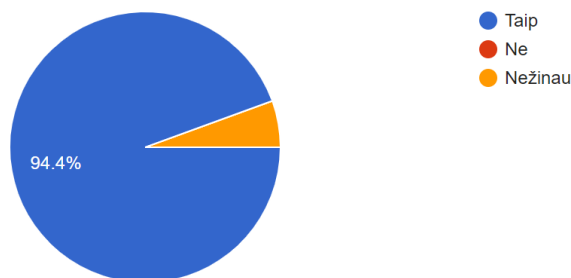
18 responses



42 pav. Apklauso rezultatai, kaip respondantai vertina aplikacijos naudą

Ar norėtumėte, jog papildytos realybės aplikacijos būtų naudojamos ir kituose mokykloje mokomuose dalykuose?

18 responses



43 pav. Mokinių nuomonė, jog PR priemonės būtų dažniau naudojamos

Bendrai pakomentuoti pamokos procesą ir mokinių elgseną naudojant PR programėlę pamokoje buvo paprašyta juos prižiūrinčio mokytojo. Mokytojo komentaras:

Mokiniai, daugeliu atvejų, naujas mokymosi priemones sutinka labai palankiai, jeigu tai susiję su technologijomis. Išreiškiamas didelis noras ir poreikis išbandyti naujus mokymosi būdus. Vertinant šį konkretų atvejį, darbas pamokoje vyko sklandžiai ir be didelių trikdžių, kas tik įrodo programėlės tinkamumą ją naudoti. Keli mokiniai trumpam sustojo programėlės diegimo procese, tačiau drįsčiau teigti, jog prie to prisidėjo išsiblaškytas, išmaniųjų įrenginių atminties perpildymas.

Aplikacijos dizainas pasirodė paprastas ir aiškus, lengva eiti iš vieno lango į kitą. Nėra perteklinio turinio. 3D objektai parengti gana išsamiai, atitinka uždavinio sąlygą. Žvelgiant į priekį, norėtusi, jog aplikacijoje būtų pateikiama daugiau uždavinių.

Apibendrinant apklausos rezultatus, galima teigti, jog aplikacija buvo įvertinta pozityviai. Mokiniam buvo įdomu išbandyti naują mokymosi priemonę, buvo išreikštas noras naudoti panašias priemones ir kituose mokykloje mokomuose dalykuose.

6. Rekomendacijos ir galimybės aplikacijos tobulinimui

Atsižvelgiant į atsiliepimus, galima papildyti aplikaciją ir daryti šias korekcijas:

1. Didinti uždavinių skaičių programėlėje
2. Aplikaciją pritakyti ne tik Android, bet ir kitoms OS, siekiant, jog aplikaciją naudotų kuo daugiau moksleivių
3. Vartotojo sąsają papildyti anglų ar kitomis kalbomis
4. Daryti aplikaciją interaktyvesnę, papildyti ją virtualiaisiais mygtukais ir kitomis papildomomis funkcijomis.

7. Rezultatai

Atlikus sociologinį tyrimą apie mokymosi turinio praturtinimo galimybes ir išsikėlus tikslus, darbe buvo suformuoti uždaviniai, kuriuos įvykdžius buvo sukurta papildytos realybės mobilioji aplikacija. Pagal išsikeltus kriterijus, funkcinius ir nefunkcinius reikalavimus buvo formuojama aplikacijos struktūra ir dizainas, ieškoma tinkamiausių priemonių ir technologijų jiems įgyvendinti. Naudojant *Unity* žaidimų variklį buvo sukurta aplikacija, kuri mobiliojo įrenginio kameros pagalba aptikusi žymeklį, ekrane parodo virtualiosios realybės 3D objektą.

Rezultatai:

1. atliktas sociologinis tyrimas, įrodantis problemos aktualumą. Išsiaiškintas mokinių požiūris į PR panaudojimo galimybes edukacinėje veikloje;
2. apžvelgtos techninės priemonės, leidžiančios mokymosi turinį papildyti VR elementais;
3. išsiaiškintos technologijos ir priemonės, jų galimybės ir charakteristikos, kurios suteikia galimybę kurti interaktyvų PR turinį mokymosi procesui;
4. suprojektuota, sukurta ir ištestuota PR aplikacija;
5. pateiktos rekomendacijos aplikacijos vystymui;
6. padidintas mokymosi turinio suprantamumas ir mokinių įsitraukimas į mokymosi procesą.

Išvados

1. Atlikus sociologinį tyrimą, nustatyta, kad mokiniai domisi technologijomis ir turi žinių apie papildytą realybę, tačiau daugelis (52.6% respondentų) nėra su ja susidūręs nei mokymosi, nei žaidimo forma. Taip pat, mokiniai jaučia didelį poreikį tobulinti mokymosi medžiagą, daryti ją lengviau suprantamą, nes ne visi įdomūs dalykai mokykloje yra lengvai įsisavinami. Išsiaiškinta, kad PR didžiausią naudą galima įžvelgti tikslųjų dalykų mokymosi procese.
2. Apžvelgus technines priemones, reikalingas virtualios realybės naudojimui, nustatyta, kad mobilieji įrenginiai ir mobiliosios aplikacijos yra palankiausia ir lengviausiai prieinama priemonė vartotojams dėl kainos ir papildomų žinių reikalaujančių aspektų.
3. Išsiaiškinus papildytos realybės kūrimo priemonių ir technologijų charakteristikas ir įvertinus jas pagal išsikeltus kriterijus, buvo nustatyta, kad *Unity* ir *Vuforia* yra universaliausi įrankiai kurti papildytos realybės aplikaciją.
4. Įvertinus aplikacijos potencialių naudotojų poreikius buvo pradėta projektuoti aplikacija, išsikelti funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai, sudarytos veiklos ir panaudos atvejų diagramos, numatyta aplikacijos struktūra.
5. Atsižvelgiant į išnagrinėtus aplikacijos vartotojo sąsajos kriterijus, išsiaiškinta, kad svarbiausia yra atkreipti dėmesį į jos vientisumą, vienodų elementų skirtinuose languose išlaikymą, aiškumą ir lengvą navigavimą aplikacijoje.
6. Atlikus sukurtos aplikacijos kokybės apklausą, buvo išsiaiškinta, jog aplikacija gali sudominti mokinius, palengvinti procesą siekiant suprasti uždavinio sąlygą. Buvo išreikštas poreikis panašias aplikacijas naudoti ir kitose mokymosi srityse.

Literatūros sąrašas

- [1] RADU, Iulian. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis [interaktyvus]. 2014, DOI 10.1007/s00779-013-0747-y, p. 1524-1540 [žiūrėta 2020-12-02]. Prieiga per internetą: <http://romisatriawahono.net/lecture/rm/survey/computer%20vision/Radu%20-%20Augmented%20reality%20in%20education%20-%202014.pdf>
- [2] Lietuvių kalbos terminų žodynas [interaktyvus], [žiūrėta 2020-12-02] Prieiga per internetą: <https://www.zodynas.lt/terminu-zodynas/I/interaktyvus>
- [3] Techopedia terminų žodynas [interaktyvus], [žiūrėta 2020-12-02] Prieiga per internetą: <https://www.techopedia.com/definition/2342/head-mounted-display-hmd>
- [4] KESIM, Mehmet; OZARSLAN, Yasin. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education [interaktyvus]. 2012, CY-ICER2012, p. 298-301 [žiūrėta 2020-12-02]. Prieiga per internetą: <https://bit.ly/2LKITnx>
- [5] CRAIG, Alan. Chapter 7 – Mobile Augmented Reality. Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications [interaktyvus] ISBN: 9780240824086, 2013, p. 212-218 [žiūrėta 2020-12-02]. Prieiga per internetą: https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0009/96966/Mobile_Augmented_Reality.pdf
- [6] STATISTA. How many smartphones are in the world? [interaktyvus], [žiūrėta 2020-12-02] Prieiga per internetą: <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>
- [7] ISBERTO, Michael. The History of Augmented Reality [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-12-02]. Prieiga per internetą: <https://www.colocationamerica.com/blog/history-of-augmented-reality>
- [8] VUFORIA. Vuforia engine [interaktyvus], [žiūrėta 2020-12-02] Prieiga per internetą: <https://www.ptc.com/en/products/vuforia/vuforia-engine>
- [9] WIKITUDE. Wikitude Augmented Reality SDK [interaktyvus], [žiūrėta 2020-12-02] Prieiga per internetą: <https://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk/>
- [10] BHARWANI, Jyoti. Best way to choose the right augmented reality SDK from top augmented reality tools [interaktyvus], [žiūrėta 2020-12-02] Prieiga per internetą: <https://yourstory.com/mystory/9b743286ec-best-way-to-choose-the-right-augmented-reality-sdk-from-top-augmented-reality-tools>
- [11] 3D World. Unity vs Unreal Engine: which game engine is for you? [interaktyvus]. 2019. [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per internetą: <https://www.creativebloq.com/advice/unity-vs-unreal-engine-which-game-engine-is-for-you#:~:text=One%20of%20the%20main%20differentiators,the%20same%20level%20as%20Unreal.>
- [12] Unity oficiali svetainė [interaktyvus] [žiūrėta 2021-04-25]. Prieiga per internetą: <https://unity.com/>
- [13] Content diagram [interaktyvus]. 2020. [žiūrėta 2021-05-25]. Prieiga per internetą: <https://docs.nomagic.com/display/MD190/Content+diagram#:~:text=The%20Content%20diagram%20is%20an,all%20diagrams%20of%20the%20project>
- [14] ERDENEBAT, Munkh-Uchral; LIM, Young-Tae; KWON, Ki-Chul; DARKHANBAATAR, Nyamsuren; KIM, Nam. Waveguide-Type Head-Mounted Display System for AR Application [interaktyvus]. 2018, DOI: 10.5772/intechopen.75172, p. 124 [žiūrėta 2020-11-02]. Prieiga per internetą: <https://www.intechopen.com/chapters/60066>

- [15] Argick oficiali svetainė [interaktyvus] [žiūrėta 2021-09-25]. Prieiga per internetą: <https://www.argick.com/>
- [16] MELNICK, Kyle. Plexus Unveils VR/AR Gloves Compatible With Major VR Controllers [interaktyvus]. 2018. [žiūrėta 2021-11-02]. Prieiga per internetą: <https://vrscout.com/news/plexus-unveils-vr-ar-gloves/>
- [17] WHYBROW, Li. 4 Basic Design Principles Every Business Owner Should Know is CRAP [interaktyvus]. 2016. [žiūrėta 2021-11-02]. Prieiga per internetą: <https://www.flottmanco.com/4-basic-design-principles-every-business-owner-should-know/>
- [18] Flottman Company. Using C.R.A.P Web Design For eLearning [interaktyvus]. 2015. [žiūrėta 2021-11-02]. Prieiga per internetą: <https://elearningindustry.com/using-crap-web-design-for-elearning>
- [19] DR. LAPIN, Kristina. Conceptual models in interaction design [interaktyvus]. 2019. [žiūrėta 2021-11-23]. Prieiga per internetą: <http://web.vu.lt/mif/k.lapin/files/2014/03/5-conceptualization.pdf>

Priedai

1 priedas. Darbų planas

Data	Veikla	
<i>I semestras</i>		
2020.09.15-2020.10.15	Darbo temos ir vadovo parinkimas	Atlikta
2020.10.15-2020.11.15	Tikslų, uždavinių, problemos formulavimas, įvado rašymas	Atlikta
2020.11.15-2021.12.15	Sociologinis tyrimas, aktualumo, problemos analizė	Atlikta
2020.11.01-2021.01.15	Literatūros analizė, I skyriaus rengimas	Atlikta
<i>II semestras</i>		
2021.02.01-2021.04.01	II skyriaus rengimas	Atlikta
2021.03.01-2021.05.01	PR aplikacijos projektavimas (struktūra, reikalavimai, analizės, dizainas)	Atlikta
<i>III semestras</i>		
2021.09.01-2021.10.30	3D objektų kūrimas PR aplikacijai	Atlikta
2021.10.30-2022.01.30	Aplikacijos realizacija	Atlikta
<i>IV semestras</i>		
2022.02.01-2022.04.01	Aplikacijos testavimas	Atlikta
2022.04.01-2022.05.01	Galutinės ataskaitos parengimas	Atlikta

2 priedas. Sociologinio tyrimo klausimynas

Nuoroda:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScXOEht5GDnvp58N1vsXuYOfOYjEtILFYOmi8VnkA6RMpDbTw/viewform?usp=sf_link

3 priedas. Aplikacijos įvertinimo anketa

Nuoroda:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScjvFO8vH4NDPJP0m3_CDXS-hCpaKDAb5oDhQh1QN2TJbVdVw/viewform?usp=sf_link