

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

**Papildytosios realybės žaidimų ir asmeninių
navigacijos asistentų naudotojo sąsajų
panaudojamumo vertinimas**

**Usability evaluation of augmented reality user interfaces in
games and personal navigation assistants**

Magistro baigiamasis darbas

Darbą atliko: Zorian Ivanec (parašas)

Darbo vadovas: doc. dr. Kristina Lapin (parašas)

Recenzentas: doc. dr. Vytautas Čyras (parašas)

Vilnius – 2017

PADĖKA

Norėčiau padėkoti savo darbo vadovei doc. Kristinai Lapin už pagalbą viso darbo rašymo metu.

SANTRAUKA

Darbe tiriamas euristinis naudotojo sąsajų panaudojamumo vertinimas. Literatūros apžvalgoje išskiriamos papildytosios realybės ir išmaniųjų telefonų savybės, pristatomas euristinis vertinimas, PACMAD panaudojamumo modelis, asmeninių navigacijos asistentų, kompiuterinių žaidimų, papildytosios realybės ir J. Nielsen naudotojo sąsajų panaudojamumo euristicos. Tiriamojoje darbo dalyje, apjungus dalykinių sričių panaudojamumo euristicas ir projektavimo gaires, yra sukuriamas euristikų rinkinys ir kontrolinis klausimynas, skirti papildytosios realybės žaidimų ir asmeninių navigacijos asistentų naudotojo sąsajoms vertinti. Sukurtasis rinkinys skirtas išmaniesiems telefonams kuriamoms sistemoms, jo efektyvumu įsitikinta atlikus praktinį jau sukurtų programų vertinimą.

Raktiniai žodžiai: papildytoji realybė, euristinis naudotojo sąsajų panaudojamumo vertinimas, papildytosios realybės žaidimai, papildytosios realybės asmeniniai navigacijos asistentai, išmanieji telefonai.

SUMMARY

This paper studies heuristic usability evaluation of user interfaces. The literature review distinguishes characteristics of augmented reality and smartphones, presents heuristic evaluation, PACMAD usability model, personal navigation assistants, video games, augmented reality and J. Nielsen usability heuristics. In research part, usability heuristics of related subject fields and design guidelines are combined. Created heuristics and control questionnaire are used for evaluation of augmented reality video games and personal navigation assistants user interfaces. Created heuristics are used for systems developed on smartphones. The effectiveness of these heuristics is confirmed with practical assessment of already existing applications for smartphones.

Keywords: augmented reality, heuristic evaluation of user interfaces, augmented reality games, augmented reality personal navigation assistants, smartphones

TURINYS

ĮVADAS	6
1. ESAMŲ PANAUDOJAMUMO TYRIMŲ APŽVALGA	8
1.1. Informacijos paieškos būdas.....	8
1.2. Papildytoji realybė	9
1.2.1. Papildytosios realybės istorija	9
1.2.2. Virtualiosios ir papildytosios realybės samprata	9
1.2.3. Papildytosios realybės savybės.....	10
1.2.4. Papildytoji realybė mobiliuosiuose įrenginiuose.....	13
1.3. Panaudojamumas ir jo vertinimas	14
1.3.1. Panaudojamumas ir jo atributai	14
1.3.2. Panaudojamumo vertinimas	15
1.3.3. Euristinis vertinimas	16
1.3.4. Nielsen panaudojamumo euristikos.....	16
1.4. Panaudojamumas ir jo vertinimas mobiliuosiuose įrenginiuose	17
1.5. Panaudojamumas ir jo vertinimas papildytosios realybės įrenginiuose	20
1.5.1. Vienas arba keli panaudojamumo gairių rinkiniai.....	20
1.5.2. Papildytosios realybės projektavimo principai mobiliesiems įrenginiams.....	22
1.5.3. Papildytosios realybės projektavimo gairės mobiliesiems įrenginiams	24
1.5.4. Navigacijos asistento panaudojamumo principai išmaniuosiuose telefonuose	24
1.5.5. Kompiuterinių žaidimų naudotojo sąsajų panaudojamumo euristikos.....	26
1.5.6. Uždengtos informacijos vizualizavimo euristikos.....	27
1.5.7. Abstraktus papildytosios realybės vertinimo euristikų ir projektavimo rinkinys..	29
1.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas	30
2. EURISTIKŲ RINKINIO KŪRIMAS	31
2.1. Euristikų išskyrimas	31
2.1.1. Bendrų euristikų apjungimas	31
2.1.2. Nepaminėtų euristikų identifikavimas.....	34
2.2. Kontrolinis klausimynas	37
2.3. Euristikų rinkinio tikrinimas.....	41
2.3.1. Sukurto rinkinio euristikų tikrinimas.....	41
2.3.2. Programų vertinimo apibendrinimas	54
2.4. Programų vertinimas pagal euristikų rinkinį	56
2.4.1. Euristinis navigacijos asistento vertinimas.....	56

2.4.2.	Euristinis žaidimo vertinimas	63
2.4.3.	Programų vertinimo apibendrinimas	69
2.5.	Atliktų tikrinimų rezultatų apibendrinimas	69
2.6.	Sukurtos metodikos taikymas	71
2.7.	Darbo apibendrinimas.....	72
REZULTATAI IR IŠVADOS		73
ŠALTINIAI		75
SĄVOKŲ APIBRĖŽIMAI.....		78
SANTRUMPOS		79
PRIEDAI		80
Priedai „Wikitudo“ programai		80
Priedai „Pokémon GO“ programai		85
Priedai „AR GPS Navigation“ programai		89
Priedai „AR GPS Navigation“ programai		96

ĮVADAS

Tyrimo objektas

Šiame darbe tiriamos papildytosios realybės žaidimų ir asmeninių navigacijos asistentų naudotojo sąsajos (angl. *user interface*) ir jų panaudojamumo vertinimai.

Motyvacija

Nuo pat papildytosios realybės (angl. *augmented reality*, AR) atsiradimo ją buvo bandoma pritaikyti pramonėje, chirurginiams, kariniams rengimams ir kompiuteriniams žaidimams [KCJ13], bet iki apytiksliai 2007 metų rinkoje mažai papildytosios realybės produktų [DB11]. Viskas pasikeitė, kai buvo pristatyti išmanieji telefonai ir kiti mobilieji įrenginiai su parametrais leidžiančiais juose panaudoti papildytąją realybę [KCJ13]. Papildytos realybės programos pradėjo sparčiai populiarėti mobiliuosiuose įrenginiuose, bet kartu atsirado ir naujų sunkumų.

Kitaip nei naudojantis staliniais kompiuteriams skirtomis programomis, papildytosios realybės sistemos paprastai naudojamos mobiliame kontekste, kuriame daug dėmesį blaškančių veiksmų [KCJ13]. Palyginus su tradicinėmis (angl. *windows, icons, menus, pointer, WIMP*), papildytosios realybės sąsajos daugiau išsiskiria viena nuo kitos – turi skirtingus įvesties ir išvesties būdus, skirtingas sąveikavimo su naudotoju technikas [DB11]. Išskiriama, kad papildytosios realybės programose dažnai matomi tokie panaudojamumo trūkumai, kaip blogi žymėjimo ir manipuliacijos objektais trimatėje aplinkoje būdai, dėmesio išlaikymas kartu neatitraukiant jo nuo kitų veiklų [DOW00].

Daugelis autorių sutinka, kad papildytosios realybės taikomi tyrimai negali visiškai remtis tradicinėmis naudotojo sąsajų kūrimo gairėmis (angl. *guidelines*) [DB11]. Tradiciniai vertinimo būdai randa dalį papildytosios realybės sąsajų spragų, tačiau nė vienas iš šių būdų nepadengia visos papildytosios specifikos ir netinka aptikti trūkumus, kurie yra specifiniai šioje srityje, todėl yra poreikis turėti papildytosios realybės naudotojo sąsajų vertinimo būdus [DB11; SD08].

Žmogaus-kompiuterio sąveikos (angl. *human-computer interaction, HCI*) tyrimai papildytosios realybės srityje nėra visiškai nauji, tačiau didelė įvesties ir išvesties būdų įvairovė sukelia sunkumų kuriant naudotojo sąsajas, kurios būtų panaudojamos visoms papildytosios realybės rūšims [DGS07+]. Dėl to papildytosios realybės naudotojo sąsajų panaudojamumo tyrimai šiuo metu yra nukreipti daugiausiai į atskiras papildytosios realybės rūšis, o ne apibendrintus panaudojamumo tyrimus [DB11; DGS07+]. Toks specializuotos srities gairių kūrimas skatina turėti skirtingus gairių rinkinius skirtingiems papildytosios realybės programų tipams, nors juos sieja dalis bendrų bruožų [DB11]. Dėl to kuriant sąsajas daugiau nei vieno tipo papildytajai realybei, reikia naudotis daugiau nei vienu gairių rinkiniu. Dėl tokių rinkinių gausos, skirtumų ir pasikartojančių bruožų, tampa sunku jais naudotis. Tokioje situacijoje būtų naudinga surinkti atskirus tyrimus ir vertinimus bei iš jų sukurti bendresnius, tinkančius keliems

papildytosios realybės programų tipams, panaudojamumo principus, kurie būtų papildytosios realybės naudotojo sąsajų kūrimo ir vertinimo pagrindas. Šiuo darbu siekiama sukurti panaudojamumo vertinimo būdą, kuris būtų pakankamai konkretus specifiniams trūkumams rasti ir pakankamai bendras tam, jog galėtų būti taikomas daugiau nei vienam papildytosios realybės programų tipui.

Tikslas. Sukurti papildytosios realybės žaidimų ir asmeninių navigacijos asistentų panaudojamumo euristicų rinkinį, kuris skirtas išmaniesiems telefonams kuriamoms sistemoms.

Uždaviniai:

1. Pristatyti papildytosios ir virtualios realybės panaudojamumo euristicų rinkinius ir išskirti bendras sėkmingų produktų naudotojo sąsajų savybes.
2. Sukurti papildytosios realybės žaidimų ir asmeninių navigacijos asistentų panaudojamumo euristicų rinkinį ir kontrolinį klausimyną, kurie skirti išmaniesiems telefonams kuriamoms sistemoms.
3. Patikrinti, ar sukurtas panaudojamumo euristicų rinkinys randa panaudojamumo trūkumus ir identifikuoja geras panaudojamumo atžvilgiu programas.

Uždavinių vykdymo eiga. Pirmame skyriuje pristatomos papildytosios realybės ir panaudojamumo sąvokos, jų savybės ir euristinis panaudojamumo vertinimo būdas. Taip pat kalbama apie panaudojamumą ir projektavimo principus mobiliems ir papildytosios realybės įrenginiams, pristatomas PACMAD panaudojamumo modelis, apžvelgiami asmeninio navigacijos asistento išmaniuose telefonuose, kompiuterinių žaidimų, apibendrintas papildytosios realybės, uždengtos informacijos vizualizavimo ir J. Nielsen euristicų rinkiniai.

Antrame skyriuje darbo pagrindu yra pasirenkami keturi euristicų rinkiniai, apjungiantys nagrinėjamas kompiuterinių žaidimų ir asmeninių navigacijos asistentų sistemas. Panašios skirtingų rinkinių euristicos yra apibendrinamos ir sujungiamos, o specifinės euristicos vertinamos atsižvelgiant į konkrečią sritį. Toliau, remiantis literatūros apžvalgoje nagrinėtais pavyzdžiais, panaudojamumo principais, rekomendacijomis, yra sudaromas euristicų kontrolinis klausimynas. Sukurto rinkinio teisingumas patikrinamas dviem etapais. Pirmame etape yra pasirenkamos aukštą panaudojamumo lygį turinčios programos iš abiejų nagrinėjamų sričių, kuriomis yra tikrinamas kontrolinis klausimynas. Jei klausimuose minimos savybės yra šiose programose, tuomet kontrolinis klausimynas atpažįsta panaudojamumo atžvilgiu geras programas. Antrame tikrinimo etape yra pasirenkamos kitos dvi programos iš nagrinėjamų sričių. Šiame etape programos yra vertinamos kontrolinio klausimyno pagalba. Jei yra randami programų panaudojamumo trūkumai, tuomet kontrolinis klausimynas aptinka panaudojamumo trūkumus. Šiose dviejose tikrinimo dalyse gauti rezultatai apibendrinami darbo pabaigoje.

1. ESAMŲ PANAUDOJAMUMO TYRIMŲ APŽVALGA

Skyriuje pristatoma literatūra apie papildytąją realybę, jos savybes ir tipus. Pristatomas panaudojamumas, jo atributai ir euristinis panaudojamumo vertinimo būdas. Nagrinėjamos apibendrintos, mobiliems įrenginiams, papildytajai realybei ir kompiuteriniams žaidimams skirtos euristikos, rekomendacijos ir pavyzdžiai.

1.1. Informacijos paieškos būdas

Informacija apie papildytąją realybę, jos rūšis, sukauptos žinios apie papildytosios realybės programų panaudojamumą ir jo vertinimo būdus buvo ieškoti poskyryje išvardintais būdais bei priemonėmis.

Ieškant literatūros žiūrėta, jog straipsniuose būtų paliestos temos:

1. Papildytosios realybės naudotojo sąveikos išmaniuosiuose telefonuose panaudojamumas.
2. Papildytosios realybės panaudojamumo vertinimas.

Paieškos metu naudotos duomenų bazės „Google Scholar“ ir „ACM Digital Library“ (prie duomenų bazės prisijungus iš VU tinklo).

Raktiniai žodžiai naudoti paieškos duomenų bazėse:

1. "Augmented reality" + "smartphones" + "heuristics" + "usability evaluation" + "interfaces" - "virtual reality" (40 paieškos rezultatų Google Scholar duomenų bazėje).
2. "Augmented reality" + "heuristics" + "usability evaluation" "HCI principles" - "virtual reality" (33 paieškos rezultatai Google Scholar duomenų bazėje).
3. "Augmented reality" + "design guidelines" + "interface evaluation" - "virtual reality" (45 paieškos rezultatai Google Scholar duomenų bazėje).

Literatūra buvo ieškoma įrašant aukščiau išvardintus paieškos žodžius. Formuluoiant šiuos raktinius žodžius stengiamasi kuo daugiau susiaurinti paiešką, kad rastos literatūros kiekis būtų aprėpiamas vienam žmogui. Toliau buvo žiūrėti paieškos rezultatų aprašai ir temos. Dėmesys buvo skiriamas tik tai literatūrai, kurios pilnas tekstas buvo nemokamai prieinamas arba pasiekiamas prisijungus per VU naudotojo paskyrą. Dalis šaltinių buvo atmesti dėl to, jog juose nebuvo informacijos, kuri, mūsų nuomone, būtų susijusi su darbo sritimi arba apimtimi. Toliau buvo peržiūrėti rastų straipsnių šaltiniai ir, atvirkščiai, žiūrėta, kas juos citavo. Šaltiniai, kurie nebuvo rasti arba buvo praleisti po pirminės paieškos, tačiau svarbūs darbui, buvo bandomi surasti duomenų bazėse. Rasta papildoma literatūra buvo peržiūrėta pagal tuos pačius kriterijus. Po šio literatūros paieškos etapo liko 32 šaltiniai, kuriuose buvo kalbama apie papildytosios realybės panaudojamumą, jo vertinimą, naudotojo sąsajas ir projektavimo gaires.

Literatūra, kuri nėra tiesiogiai susijusi su papildytąja realybe, tačiau taip pat yra panaudota šiame darbe buvo ieškoma kitokiu būdu. Dalis šių šaltinių buvo rasti peržiūrėjus tematinis

katalogus ir išklaustytų dalykų paskaitų medžiagos skaidres, kita dalis buvo rasta Google Scholar duomenų bazėje įvedus konkrečių temų raktinius žodžius.

1.2. Papildytoji realybė

Poskyryje kalbama apie papildytąją realybę, jos rūšis ir savybes. Ši informacija yra svarbi norint suprasti papildytosios realybės specifiką ir toliau kalbėti apie papildytosios realybės naudotojo sąsajas ir panaudojamumą.

1.2.1. Papildytosios realybės istorija

Papildytoji realybė pirmą kartą buvo paminėta dar 1950-aisiais, kai kinematografas M. Heilig sugalvojo, kad visi pojūčiai turėtų dalyvauti įtraukiant žiūrovą. [CFA11+] 1966-aisiais buvo išrastas papildytajai realybei pritaikytas įrenginys dedamas ant galvos [CFA11+]. Nuo pat papildytosios realybės atsiradimo, ją buvo bandoma pritaikyti pramonėje, chirurginiams ir kariniams rengimams, kompiuteriniams žaidimams [KCJ13]. Dar 2000-aisias sukurtas ir pademonstruotas pirmas papildytosios realybės žaidimas mobiliesiems įrenginiams „ARQuake“ [CFA11+]. Tačiau iki 2007 metų rinkoje buvo tik specifiniai papildytosios realybės produktai, kurie dėl jiems skirtų programų ir mobilumo stokos buvo sunkiai panaudojami įprastų naudotojų [DB11]. Papildytosios realybės programos pradėjo sparčiai populiarėti, kai į rinką buvo pristatyti išmanieji telefonai ir kiti mobilieji įrenginiai su integruota globalia padėties nustatymo sistema (angl. *global positioning system*, GPS), geo-magnetiniais jutikliais, skaitmeniniais kompasais, aukštos raiškos kameromis ir didelio našumo procesoriais, kurie leido papildytąją realybę pradėti naudoti ir įprastiniams naudotojams [KCJ13].

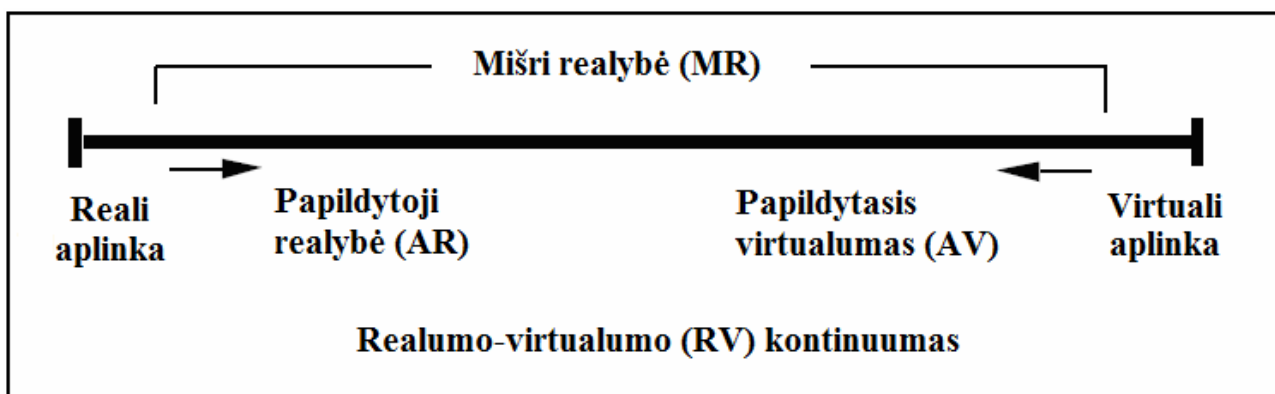
1.2.2. Virtualiosios ir papildytosios realybės samprata

Papildytoji realybė yra technologija, skirta perduoti jausmą, kad virtualūs elementai egzistuoja realioje erdvėje¹. Kitaip sakant, papildytoji realybė yra realaus pasaulio vaizdas, kuris kompiuterio ekrane yra papildytas virtualiais objektais [KCJ13].

Papildytoji realybė turi bendrų savybių su virtualia realybe [MTU95+], pavyzdžiui, objektų žymėjimas 3D erdvėje, įvesties būdai, todėl nagrinėjant papildytąją realybę tikslinga pasinaudoti ir virtualios realybės sukaupta patirtimi [DB11]. Skirtumas tarp virtualios ir papildytosios realybių: virtuali realybė imituoja realų pasaulį ir vaizdą perteikia virtualiai, o papildytoji – tik padengia realaus pasaulio vaizdą virtualiu sluoksniu [KCJ13]. Tą iliustruoja diagrama 1 pav. Joje pavaizduotas ryšys tarp aplinkos, kurioje yra tik materialūs objektai, pavyzdžiui, vaizdas

¹ „Augmented reality (AR) is a technology aimed on providing the feeling that virtual elements are in the real world“ [AOF12].

stebimas per langą arba tas pats vaizdas nufilmuotas ir žiūrimas per kompiuterį (kairė pusė) ir aplinkos, kurioje yra tik virtualūs objektai, pavyzdžiui, lentelės ir langai kompiuterio programose. Tuomet kažkur diagramos viduryje yra tarpinė aplinka, sudaryta ir iš realių, ir virtualių objektų, kuri diagramoje pavadinta mišria realybe. Taigi virtuali ir papildytoji realybės priklauso vienam realumo-virtualumo kontinuumui. Arčiau vienos jo pusės yra papildytoji realybė, kurioje yra daugiau realių objektų nei virtualių, arčiau kitos – papildytasis virtualumas, kuriame yra daugiau virtualių nei realių objektų. Taigi lyginant virtualią su papildytąja realybe, papildytoji realybė yra arčiau realybės nei virtuali, nes virtualioje egzistuoja tik virtuali informacija, o papildytoje – ir virtuali, ir reali [KCJ13]. Kitaip tariant virtualioje aplinkoje naudotojas mato visiškai sintetintą aplinką, kuri neturi jungties su realiu pasauliu, o papildytosios realybės aplinkoje naudotojas mato ir sintetinį vaizdą, ir realaus pasaulio vaizdą [Mar14].



1 pav. Realumo-virtualumo kontinuumas [MTU95+]

Papildytosios realybės programa turi šias savybes [Mar14]:

1. Realių ir virtualių objektų kombinacija vienoje aplinkoje;
2. Interaktyvios ir realaus laiko operacijos;
3. Realių ir virtualių objektų susiejimas tarpusavyje.

Dėl paprastumo laikysime, kad viskas, kas patenka į mišrios realybės režius, yra papildytoji realybė, neatsižvelgiant, kuriai realumo-virtualumo kontinuumo vietai ji priskiriama.

1.2.3. Papildytosios realybės savybės

Papildytosios realybės sistemos skirstomos į penkias kategorijas [CFA11+]:

1. Fiksuotas vidaus sistemas;
2. Fiksuotas lauko sistemas;
3. Mobilias vidaus sistemas;
4. Mobilias lauko sistemas;
5. Mobilias vidaus ir lauko sistemas.

Trumpi visų kategorijų aprašymai pateikti 1 lentelėje. Čia mobilioji sistema yra tokia, kuri naudojama judant arba bet kokioje patalpoje be išankstinio patalpos paruošimo. Fiksuotos

sistemos veikia tik specialiai įrengtoje aplinkoje. Programų kūrėjai turėtų nuspręsti, kuriai kategorijai programa kuriama, nes nuo to priklausys objektų vaizdavimo, įvesties/išvesties būdai ir naudotojo sąsajos rūšis.

1 lentelė. Papildytosios realybės sistemos kategorijos

PR kategorijos	Vidaus	Lauko
Fiksuota	naudojama tik tam tikroje patalpoje	Naudojama tik tam tikroje vietovėje
Mobili	Naudojama patalpose, tačiau mobili jų ribose	Naudojama bet kurioje vietovėje, tačiau veikimas gali sutrikti uždaroje patalpoje
		Naudojama bet kurioje vietovėje arba patalpoje

Yra trys pagrindiniai papildytosios realybės įrenginių tipai [CFA11+]:

1. *Ant galvos užmaunami monitoriai*. Dėvimi ant galvos kaip akiniai arba šalmai uždengiantys naudotojo akis. Šie įrenginiai paprastai uždengia visą naudotojo žiūrėjimo lauką, todėl ir realaus pasaulio, ir virtualios aplinkos informacija patenka tik per šį monitorių. Tokie monitoriai yra permatomi optiniu būdu² (angl. *optical see-through*) arba permatomi video būdu³ (angl. *video-see-through*). Taip pat jie dengia vieną arba abi akis.
2. *Erdviniai* (angl. *spatial*) monitoriai. Naudoja video projektorius, optinius elementus, hologramas ar kitas vaizdavimo technologijas rodyti grafinę informacijai ant fizinių objektų be poreikio naudotojui turėti atskirą vaizdavimo įrenginį.
3. *Rankose laikomi monitoriai*. Nedideli įrenginiai su ekranais, kuriuos naudotojai laiko rankose. Jie naudoja permatomą video būdu vaizdavimo technologiją realioje aplinkoje. Tokie įrenginiai dažnai papildomai naudoja ir kitus jutiklius tokius kaip skaitmeninius kompasus, GPS, akcelerometrus ir kt.

Šiuo metu yra trys rinkoje prieinamos rankose laikomų monitorių, kurie yra naudojami papildytajai realybei, klasės [CFA11+]:

1. *Išmanieji telefonai*. Puikiai tinka mobilumui, laikomi vienoje rankoje, plačiai paplitę ir turi galingus procesorius, kameras, akcelerometrus, giroskopus, GPS ir kompasus. Dėl šių savybių išmanieji telefonai yra perspektyvūs papildytajai realybei. Tačiau jų mažas ekranų dydis nepalankus manipuluoti trimačiais papildytos realybės objektais ir peržiūrėti didelį informacijos kiekį.

²Tai įrenginiai, pro kuriuos matomas realus vaizdas, o visa papildoma informacija vaizduojama projektuojant ant permatomo įrenginio monitoriaus [MTU95+].

³Tai įrenginiai, kurie nuskaito realų vaizdą, jį apdoroja ar papildo virtualia informacija, o tuomet vaizduoja naudotojui kaip virtualų vaizdą [MTU95+].

2. *Delniniai kompiuteriai*. Turi tuos pačius privalumus ir trūkumus kaip ir išmanieji telefonai, tačiau darosi vis mažiau populiarūs dėl išmaniųjų telefonų sėkmingos raidos.
3. *Planšetiniai kompiuteriai*. Galingesni nei išmanieji telefonai, tačiau brangesni ir per sunkūs naudoti viena ranka, taip pat ir ilgesniam dviejų rankų naudojimui. Neskaitant šių trūkumų, jie taip pat yra perspektyvūs papildytajai realybei.

Papildytosios realybės sistemos turi skirtingus įvesties tipus [CFA11+]: vienos sistemos naudoja specialiai tam skirtas pirštines su jutikliais, kitos – jutimines apyrankes. Mobilieji įrenginiai gali atlikti ir rodomojo įrenginio funkciją (pavyzdžiui, „Google Sky Map“ mobiliosios programos įvestis yra mobilaus įrenginio laikymo kampas). Kuriant papildytosios realybės programą, įvesties įrenginiai ir būdai daugiausiai priklauso nuo kuriamos programos bei rodymo tipų. Pavyzdžiui, programa, kuriai reikia laisvų rankų, greičiau naudos balsu valdomą sąsają, o ne lietimui jautrų paviršių. Jei kuriama sistema rankose laikomam įrenginiui, tai kūrėjai, naudos lietimui jautrų paviršių [CFA11+]. Palyginus su tradicinėmis (angl. *windows, icons, menus, pointer, WIMP*) sąsajomis, papildytosios realybės sąsajos daugiau išsiskiria viena nuo kitos – turėti skirtingus įvesties ir išvesties būdus, skirtingas sąveikavimo su naudotoju technikas [DB11]. 2 lentelėje apibendrinama informacija apie įrenginių tipus ir juose naudojamus įvesties būdus.

2 lentelė. Papildytosios realybės įrenginių tipai

PR įrenginių tipai		Aprašymas
Ant galvos užmaunami monitoriai		<ul style="list-style-type: none"> • Uždengia naudotojo akį/akis; • Permatoma optiniu būdu arba permatoma video būdu vaizdavimo technologija; • Įvairios įvesties technologijos, pavyzdžiui, specialiai tam skirtas pirštinės su jutikliais, jutiminės apyrankės, garso įvestis ir kiti.
Erdviniai monitoriai		<ul style="list-style-type: none"> • Video projektoriai, hologramos ar kitos technologijos rodančios vaizdą tiesiai ant realių objektų.
Rankose laikomi monitoriai	Išmanieji telefonai	<ul style="list-style-type: none"> • Nedideli rankose laikomi įrenginiai; • Permatoma video būdu vaizdavimo technologija; • Kartais naudojamas kompasas, kamera, GPS, akcelerometras, giroskopas, lietimui jautrų paviršius ir garso įvestis.
	Delniniai kompiuteriai	
	Planšetiniai kompiuteriai	

Papildytoje realybėje svarbi interaktyvi naudotojo ir virtualaus turinio sąveika. Pagrindinės keturios papildytosios realybės naudotojo sąsajos rūšys [CFA11+]:

1. *Jutiminės naudotojo sąsajos* (angl. *tangible interfaces*): virtualieji objektai yra valdomi realaus pasaulio objektais.
2. *Bendradarbiavimo naudotojo sąsajos* (angl. *collaborative interfaces*): apima daugelio monitorių nuotolinį režimą, kai vienas monitorius papildo ne tik realaus pasaulio vaizdą, bet ir kitų monitorių vaizdus.
3. *Multimodalinės naudotojo sąsajos* (angl. *multimodal interfaces*): sujungia realių objektų įvestį su balsu, lietimui, rankų gestų ar akių krypties atpažinimu.
4. *Hibridinės naudotojo sąsajos* (angl. *hybrid interfaces*): sujungia skirtingas, bet papildančias viena kitą naudotojo sąsajas, naudojami kelis įvesties tipai.

3 lentelėje yra pateikiamas papildytosios realybės naudotojo sąsajų rūšių apibendrinimas.

3 lentelė. Papildytosios realybės naudotojo sąsajų rūšys

PR naudotojo sąsajos	Aprašymas
Jutiminės	Virtualūs objektai yra valdomi manipuluojant realiaisiais objektais
Bendradarbiavimo	Virtualūs objektai yra bendrinami tarp kelių įrenginių ar monitorių
Multimodalinės	Virtualūs objektai yra valdomi balsu, lietimui jautriu paviršiumi, rankų gestais, akių kryptimi ir kt.
Hibridinės	Sujungia kelias papildančias viena kitą naudotojo sąsajas

Pasirikta naudotojo sąsajos rūšis priklauso nuo programos tipo (žr. 1.5.2. poskyrį) [KCJ13; Gan13]. Kitaip nei su tradicinėmis programomis, papildytosios realybės naudotojai paprastai juda ir yra blaškomi aplinkos veiksnių [KCJ13].

Kadangi darbas skirtas papildytosios realybės mobiliems telefonams, tai darbe nagrinėjama tik mobili vidaus ir lauko papildytoji realybė. Išmanieji telefonai priklauso rankos laikomų monitorių kategorijai, todėl nagrinėsime tik šiuos įrenginių tipus. Dalis rezultatų taip pat tinka delniniams ir planšetiniams kompiuteriams.

1.2.4. Papildytoji realybė mobiliuose įrenginiuose

Išmanieji telefonai – tai mobilieji įrenginiai, kurie turi lietimui jautrius ekranus ir tokius jutiklius kaip Wi-Fi, Bluetooth, GPS, fotoaparatus, video kameras, kompasus, akcelerometrų, magnetometrų ir giroskopų. Paprastumui toliau laikysime, kad visi mobilieji įrenginiai yra išmanieji telefonai, todėl išmaniųjų telefonų sąvoka laikysime tapačia mobiliems įrenginiams.

Didžiausias šių įrenginių privalumas yra tai, jog jie sparčiai populiarėja ir juos turi didelė dalis įprastų naudotojų, taigi papildytąją realybę galima naudoti be poreikio įsigyti papildomą įrangą [GZW10+]. Programų išmaniems telefonams kūrimas yra greitesnis, pigesnis ir kūrimo gyvavimo ciklas trumpesnis. Euristiciniai (žr. 1.3.3. poskyrį) vertinimai atliekami be naudotojų ir prototipų kūrimo pradinėje kūrimo fazėje trumpina kūrimo trukmę, nes nereikia ieškoti dalyvių,

organizuoti eksperimento ir išvengia vėliau taisomų klaidų. Vertinimui ir kūrimui parengti gairių rinkiniai yra lengvai išmokstami, todėl taikomi ir nepatyrusių panaudojamumo vertintojų. Dėl šių priežasčių euristinis vertinimo būdas yra rekomenduojamas išmaniųjų telefonų naudotojo sąsajų panaudojamumui vertinti [JPL06+].

1.3. Panaudojamumas ir jo vertinimas

Poskyryje aptariamas panaudojamumas, panaudojamumo vertinimo poreikis, pristatomas darbe naudojamas panaudojamumo vertinimo būdas ir tradiciniai vertinimo gairių rinkiniai, kuriais bus remiamasi.

1.3.1. Panaudojamumas ir jo atributai

Poskyryje yra aprašomi trys dažnai naudojami panaudojamumo apibrėžimai ir pagrindinės savybės.

Pagal ISO 9241 standartą, panaudojamumas yra naudotojo veiklos efektyvumas, našumas ir jaučiamas malonumas, kuriais naudotojas gali pasiekti numatytus tikslus konkrečiose aplinkose⁴.

Vertinant panaudojamumą įtraukiami pagrindiniai trys veiksniai:

1. *Naudotojas* – tai žmogus, kuris naudoja sistemą.
2. *Tikslas* – tai užduotis, kurią naudotojas nori atlikti.
3. *Naudojimo kontekstas* – tai aplinka, kurioje sistema yra naudojama.

Panaudojamumo matai yra:

1. *Efektyvumas*. Naudotojo užsibrėžtų tikslų tikslumas ir pabaigimas, kuriuos gali pasiekti naudodamas sistema konkrečioje aplinkoje.
2. *Našumas*. Sunaudotas resursų kiekis palyginus su gautų veiklos rezultatų tikslumu ir išsamumu.
3. *Pasitenkinimas*. Sistemos naudojimo patogumas, priimtinumą jos naudotojams ir kitiems jos paveiktiems žmonėms.

Panaudojamumas susideda iš daugelio skirtingų savybių. J. Nielsen apibrėžė penkias panaudojamumo savybes, kuriomis remiantis kuriamos geros panaudojamumo atžvilgiu sistemos [Nie94b]:

⁴„Usability – The effectiveness, efficiency and satisfaction with which specified users achieve specified goals in particular environments“ [ISO97].

1. *Išmokstamumas*. Sistema lengvai išmokstama, tam kad naudotojai galėtų kuo greičiau pradėti ją naudoti.
2. *Našumas*. Sistema efektyviai naudojama, tam kad išmokus ją naudoti, naudotojai galėtų darbą atlikti kuo greičiau.
3. *Įsimintinumas*. Sistema lengvai įsiminama, kad eilinis naudotojas nesinaudojęs sistema kurį laiką galėtų grįžti prie sistemos be poreikio per naują ją mokytis.
4. *Klaidos*. Sistemoje kuo mažiau klaidų. Jei naudotojai padarytų klaidą arba sistemoje įvyktų klaida, tuomet yra lengvas būdas atstatyti ankstesnę būseną.
5. *Pasitenkinimas*. Naudojantis sistema nėra sukeliamas diskomfortas.

Taip pat J. Nielsen apibrėžia naudingumą (angl. *utility*) kaip programinės įrangos savybę suteikti naudotojui reikalingas funkcijas. Jis šią savybę pamini ne kaip panaudojamumo atributą, bet kaip visos sistemos atributą. Jo teigimu, jei programa neturi reikiamų funkcijų, ji tampa nepanaudojama ir naudotojui nėra prasmės ją naudoti [Nie94b].

1.3.2. Panaudojamumo vertinimas

Panaudojamumo vertinimas yra svarbus programinės įrangos kūrimo procesas. Kūrėjams naudotojo sąsajos atrodo paprastos ir intuityvios, tačiau naudotojams programinė įranga gali atrodyti sunkiai suprantama ir neintuityvi. Čia atsiranda panaudojamumo vertinimo ir projektavimo gairių poreikis, tampa svarbu turėti vertinimo būdus, kurie kūrimo metu padėtų įvertinti panaudojamumą ir projektavimo gaires, kuriomis remiantis būtų sukurtos geros naudotojo sąsajos [Mar14].

Visi vertinimo metodai suskirstyti į keturias grupes [FST02]:

1. Analitinius metodus (angl. *analytic methods*);
2. Specialistų metodus. (angl. *specialist reports*);
3. Naudotojų ataskaitos (angl. *user reports*);
4. Stebėjimai (angl. *observational methods*).

Tyrimai, kurie parodė, kad nors visi šie metodai taikomi panaudojamumui vertinti, tačiau euristinis vertinimas ir testavimas su naudotojais (iš stebėjimų metodų grupės) yra efektyviausi pagal kainos ir kokybės santykį panaudojamumo trūkumams aptikti [FST02].

Šiame darbe bus naudojamas tik euristinis vertinimas, todėl apie kitus vertinimo būdus nebus kalbama.

1.3.3. Euristinis vertinimas

Euristinis vertinimas – tai inspektavimo metodas, kuriame ekspertų grupė formaliai vertina naudotojo sąsają atsižvelgdama į euristikų⁵ rinkinį arba nykščio taisyklę⁶.

Euristinis vertinimas yra J. Nielsen sukurtas sąlyginai pigus panaudojamumo vertinimo būdas pagrįstas euristikomis. Jo tikslas yra rasti naudotojo sąsajos panaudojamumo trūkumus. Šis būdas tinka iteraciniam kūrimo procesui [MTU95+]. Vertinimas taikomas sistemos eskizams, prototipams ir veikiančioms sistemoms. Efektyviausia jį taikyti ankstesniuose kūrimo etapuose, nes rastų trūkumų ištaisymas juose yra paprastesnis [Nie02].

Euristinis vertinimas paprastai vyksta taip, jog ekspertas ar ekspertai vykdo užduotis kaip naudotojai tuo pačiu metu kiekviename žingsnyje tikrindami euristikas, pritaikydami jas konkrečiai sistemai ir pagal tai bandydami nustatyti klaidingas sąsajos vietas [MTU95+]. Detalesni euristinio vertinimo eigos žingsniai nurodyti 2.6. poskyryje.

Vertinant panaudojamumą euristiniu būdu, rezultatas yra naudotojo sąsajos trūkumų sąrašas kartu su gairėmis, kaip jų išvengti. Visus trūkumus išspręsti ne visada įmanoma, todėl trūkumai prioretizuojami, nurodant jų sunkumą pagal tam tikrus kriterijus, pavyzdžiui, kainą, įtaką sistemos panaudojamumui ar pan. Trūkumų vertinimo skalės pavyzdys pateiktas 4 lentelėje. Trūkumams nustatyti paprastai nėra naudojami formalūs būdai ir remiamasi individualia ekspertų patirtimi, todėl jie yra subjektyvūs. Taigi vertinti trūkumams patariama remtis ne vieno eksperto nuomone [MTU95+].

4 lentelė. Trūkumo vertinimo skalė [MTU95+]

Įvertis	Aprašymas	Prioritetas
0	Nėra panaudojamumo trūkumo	labai žemas
1	Nedidelis estetinis trūkumas	žemas
2	Nedidelis panaudojamumo trūkumas	vidutinis
3	Didelis panaudojamumo trūkumas	aukštas
4	Didelis katastrofinės pasekmės turintis trūkumas	labai aukštas

1.3.4. Nielsen panaudojamumo euristikos

Panaudojamumo euristikų sąrašas yra kelios euristikos, nurodančios panaudojamumo aspektus, kurių visuma rodo ir visą sistemos panaudojamumą. Bendros euristikos visai programinei įrangai yra suformuluotos J. Nielsen [Nie94a]:

⁵Euristika – projektavimo principas, sukurtas apibendrinant gerąsias praktikas; „Problemos sprendimo būdas, kuris remiasi praktiniais metodais, kurie yra nebūtinai optimalūs, bet pakankami iškeltiems tikslams“ [Nie94].

⁶„Heuristic evaluation is a usability inspection method that helps to identify usability problems“ [JPL06+].

- N1. *Sistemos statuso matomumas*. Kiekvienu momentu sistema per atitinkamą atbulinį ryšį suteikia informaciją apie visus sistemoje vykstančius veiksmus.
- N2. *Sistemos atitikimas realiai situacijai*. Sistema perteikia informaciją naudotojui suprantama kalba, o ne sistemos terminais.
- N3. *Naudotojo veiksmų valdymas*. Pasirinkęs funkciją, naudotojas gali atstatyti nepageidaujamą pasirinkimą be didesnių sunkumų ar papildomų dialogų. Pavyzdžiui, atstatymo (angl. *undo*) galimybė.
- N4. *Darna ir standartai*. Žodžiai, veiksmai ir situacijos yra vienprasmiai.
- N5. *Klaidų prevencija*. Sistema apsaugo naudotoją nuo klaidų arba naudotojams pranešama apie galimą klaidą dar prieš atliekant klaidingą veiksmą.
- N6. *Atpažinimas geriau nei atsiminimas*. Sistemos objektų, veiksmų ir pasirinkimų matomumas sumažina naudotojų atminties apkrovą. Instrukcijos ir kita sistemos informacija yra matoma ar lengvai prieinama, kai jos prireikia.
- N7. *Naudojimo lankstumas ir efektyvumas*. Galimybė pritaikyti naudotojo sąsają. Pavyzdžiui, patyrę naudotojai gali sistema naudotis greičiau ir efektyviau, o naujokai gauna daugiau paaiškinimų ir pranešimų.
- N8. *Estetiškas ir minimalistinis dizainas*. Nereikalinga arba retai reikalinga informacija nėra matoma. Nereikalinga informacija lange daro reikalingą informaciją mažiau matoma.
- N9. *Padėti naudotojams atpažinti ir nustatyti klaidas bei jas ištaisyti*. Klaidų pranešimai išreikšti naudotojui suprantama kalba, tiksliai nurodyta trūkumo kilmė ir siūlomas sprendimas.
- N10. *Pagalba ir dokumentacija*. Sistemos dokumentacija ir pagalba konkrečiai, glausta, su konkrečiomis naudotojo veiksmų sekomis bei lengvai surandama, net jei sistema galima naudotis ir be jos.

Toliau remiamasi J. Nielsen suformuotomis ir kitomis daugiau specifinėms programoms tinkančiomis euristikomis.

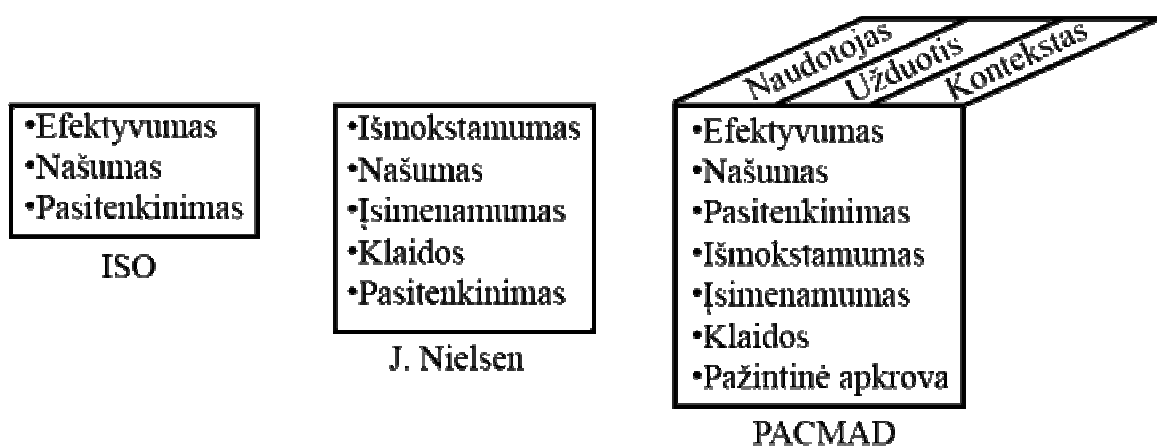
1.4. Panaudojamumas ir jo vertinimas mobiliuosiuose įrenginiuose

Poskyryje aptariamas panaudojamumas ir jo vertinimas mobiliųjų įrenginių kontekste pagal panaudojamumo modelį PACMAD (angl. *People At the Centre of Mobile Application Development*) bei jo panaudojamumo atributus.

Anksčiau nagrinėti modeliai panaudojamumą vertina pagal efektyvumo, našumo ir pasitenkinimo atributus. Šie modeliai paprastai skirti stacionariems kompiuteriams. Kuriant sistemas mobiliesiems įrenginiams susiduriama su kitokiais trūkumais ir reikia atsižvelgti į tokius kriterijus [ZA05; HFD13]:

1. *Mobilus kontekstas*. Mobilųjų įrenginių naudotojai nėra vienoje vietoje, jie gali sąveikauti su žmonėmis, objektais ir juos supančia aplinka, kuri gali blaškyti jų dėmesį.
2. *Ryšys* (angl. *connectivity*). Ryšys, pavyzdžiui, interneto ryšys, yra lėtas ir dažnai nepatikimas. Tai daro įtaką programų veikimui, jei joms reikia pastovaus ar greito ryšio.
3. *Mažo ekrano dydžio*. Kadangi mobilieji įrenginiai yra pernešami iš vienos vietos į kitą, tai reiškia, kad jie yra nedideli ir turi nedidelius ekranus informacijos rodymui.
4. *Skirtingų ekranų rezoliucijų*. Mobilieji įrenginiai turi prastesnę rezoliuciją nei stacionarūs, todėl rodomos informacijos kokybė yra taip pat prastesnė.
5. *Ribotas pajėgumas* (angl. *limited processing capability and power*). Kad mobilieji įrenginiai būtų mažesni, dažnai yra aukojama dalis įrenginio pajėgumo ir skaičiavimų greičio. Tai apriboja programų veikimą.
6. *Duomenų įvesties būdai*. Įvestis mobiliuose įrenginiuose skiriasi nuo stacionarių įrenginių. Naudojimui reikia patirties arba tikslumo, todėl gali didinti klaidos tikimybę arba sumažinti įvesties greitį.

Nielsen ir ISO 9241 standarto modeliai neskiria dėmesio mobilumui ar jo pasekmėms, pavyzdžiui, pažintinei apkrovai (angl. *cognitive load*), svarbiai mobiliuosiuose įrenginiuose. Todėl atsirado ir naujų panaudojamumo trūkumų, kurie kyla naudojantis tradiciniais panaudojamumo modeliais [HFD13]. Dėl šios priežasties buvo sudarytas panaudojamumo modelis PACMAD, skirtas mobiliosioms programoms. Modelis apjungia Nielsen ir ISO 9241 panaudojamumo atributus bei prideda naują – pažintinę apkrovą. 2 pav. PACMAD modelis sugretintas su Nielsen ir ISO 9241 panaudojamumo modeliais [HFD13].



2 pav. ISO 9241 ir Nielsen modelių sugretinimas su PACMAD modeliu [HFD13]

PACMAD panaudojamumo modelyje minimi trys pagrindiniai aspektai mobiliems įrenginiams [HFD13].

1. *Naudotojas*. Programos kūrimo metu atsižvelgiama į galutinius programos naudotojus. Mobilieji įrenginiai yra nedideli, todėl klaviatūros ar pelės įvestis yra netinkama, reikia ieškoti alternatyvių įvesties būdų. Kai kuriems naudotojams alternatyvūs įvesties būdai gali

sukelti nepatogumų. Pavyzdžiui, sunkiai valdantiems galūnes žmonėms ir nesugebančiais tiksliai naudotis lietimui jautriu ekranu, mygtukai yra maži. Kitas pavyzdys yra susijęs su naudotojų prieš tai įgyta patirtimi. Patyrę naudotojai paprastai renkasi greituosius funkcijų klavišus (angl. *shortcuts*), o nauji naudotojai renkasi intuityvias grafines sąsajas, kurios parodo, kaip naudotis funkcijomis.

2. *Užduotis*. Ją atlieka naudotojas ir siekia kažkokio savo tikslo. Kai užduočių yra daug, programa tampa sudėtinga, funkcionalumą joje rasti darosi sunku ir dėl to nukentčia programos panaudojamumas. Pavyzdžiui, fotoaparato programėlė: jei naudotojas nori nufotografuoti vaizdą, jam dažnai nepakanka tiesiog paspausti fotografavimo mygtuko, bet prieš tai pasirinkti fotografavimo režimą arba tam tikrus norimus parametrus. Dėl to programa įgauna daugiau funkcionalumo, bet ja naudotis tampa sunkiau.
3. *Naudojimo kontekstas*. Aplinka, kurioje programa yra naudojama. Ji apima ne vien tik fizinę aplinką, bet ir naudotojo sąsają su kitais žmonėmis ar objektais. Mobiliojo įrenginio naudotojai kartais mėgina atlikti keletą užduočių vienu metu, pavyzdžiui, naudotis juo judant gatvėje.

PACMAD modelyje minimi septyni atributai, kurie naudojami kaip matavimo metrikos mobiliuosiuose įrenginiuose panaudojamumui vertinti [HFD13]:

- M1. *Efektyvumas*. Galimybė naudotojui pasiekti užsibrėžtą tikslą konkrečioje aplinkoje. Paprastai matuojamas tikrinant ar naudotojas gali įvykdyti tam tikrą užduočių rinkinį.
- M2. *Našumas*. Naudotojo gebėjimas įvykdyti užduotį tam tikru greičiu ar tikslumu. Šis atributas nusako produktyvumą pasiekiamą naudojantis mobiliąja programa. Našumas matuojamas įvairiai, pavyzdžiui, kaip greitai naudotojas atliko užduotį arba kiek paspaudimų jam prireikė.
- M3. *Pasitenkinimas*. Gaunamas komforto ir malonumo kiekis naudojantis programine įranga, išreiškiamas per naudotojo pojūčius, gali skirtis ir paprastai yra subjektyvus. Pasitenkinimas yra matuojamas įvairiai, pavyzdžiui, naudotojams pateikiant klausimynus ar kitais kokybiniais būdais.
- M4. *Išmokstamumas*. Įdėtų pastangų kiekis tam, kad būtų išmokta naudotis programine įranga. Jis paprastai nusakomas laiku, kuris praleistas kol programa pradedama naudotis tam tikru našumu. Šis atributas buvo įtrauktas į PACMAD panaudojamumo modelį, nes naudotojai užtrunka besimokindami vidutiniškai penkias arba mažiau minutes bandydami mobiliąją programą. Jei jiems to padaryti nepavyksta, programos daugiau nebeįsijungia.
- M5. *Įsimintinumas*. Naudotojo gebėjimas prisiminti kaip naudotis programa. Retai naudojamoms programoms yra svarbu, kad naudotojas įsijungęs programą po kažkurio laiko prisimintų, kaip ja naudotis be poreikio mokytis per naują. Įsimintinumas matuojamas

naudotojams išmokus naudotis programa ir paprašius atlikti užduotis po tam tikro naudojimo laiko. Taip pat minima, kad vidutiniškai naudotojai 50% iš jų turimų mobiliųjų programų įsijungia rečiau kaip kas mėnesį.

- M6. *Klaidos*. Naudotojai turi susidurti su kuo mažiau klaidų. Jei naudotojai padarytų klaidą arba sistemoje įvyktų klaida, tuomet yra lengvas būdas atstatyti ankstesnę būseną iki klaidos atsiradimo. PACMAD modelis išplečia šį klaidos apibrėžimą ir įtraukia taip pat ir klaidos priežastį ar kilmę. Tokiu būdu programų kūrėjai gali identifikuoti ne vien vietas, kuriose kilo klaida, bet ir šios klaidos priežastis.
- M7. *Pažintinė apkrova* (angl. *cognitive load*). Naudotojo mintinės pastangos atliekant užduotis. Tradiciniuose panaudojamumo tyrimuose yra daroma prielaida, kad naudodamiesi programa žmonės atlieka tik vieną darbą, todėl gali visą dėmesį skirti jai. Mobiliame kontekste naudotojai dažnai atlieka kelias užduotis vienu metu. Dėl šios priežasties svarbu atsižvelgti į kuriamos programos poveikį kitoms užduotims. Pavyzdys yra naudojimas programa tuo pačiu metu einant gatvėje. Šiuo atveju ėjimo greitis gali sumažėti, jei reikalingas didesnis dėmesys.

1.5. Panaudojamumas ir jo vertinimas papildytosios realybės įrenginiuose

Norint sukurti apibendrintą panaudojamumo euristicų ir projektavimo gairių rinkinį, tinkantį žaidimams ir asmeninių navigacijos asistentų programoms vertinti, iš pradžių reikia apžvelgti jau sukauptą patirtį papildytosios realybės panaudojamumo srityje. Poskyryje yra apžvelgiamos papildytosios realybės projektavimo ir panaudojamumo vertinimo gairės bei euristicos. Taip pat skyriuje aptariamas vieno apibendrinto euristicų rinkinio prieš kelių konkrečių rinkinių pasirinkimas.

1.5.1. Vienas arba keli panaudojamumo gairių rinkiniai

Dauguma papildytosios realybės tyrimų skirti technologiniam įgyvendinimui ir jų tikslas yra išspręsti programines ir su pačiais įrenginiais susijusias klaidas, tačiau yra nedaug tyrimų apie žmogaus-kompiuterio sąveiką [DGS07+]. Daugelis autorių sutinka, kad papildytosios ir virtualiosios realybės tyrimai negali remtis tradicinėmis naudotojo sąsajų kūrimo gairėmis (angl. *guidelines*) [DB11]. Tarp tradicinių programų ir papildytosios realybės naudotojo sąsajų egzistuoja esminių skirtumų. Pavyzdžiui, gairių rinkiniai skirti tradicinėms naudotojo sąsajoms kurti paprastai numato, jog naudotojas su kompiuteriu sąveikauja naudodamasis monitoriumi, pele, klaviatūra, o papildytosios realybės naudotojo sąsajos yra įvairesnės [DGS07+]. Kadangi įvesties ir išvesties būdai kitokie papildytosios realybės įrenginiams, todėl tradiciniai vertinimo būdai papildytosios realybės sąsajoms netinka [DB11]. Taip pat papildytosios realybės sistemos yra sąlyginai neseniai pasirodžiusios, todėl yra sukaupta dar nedaug žinių apie jų projektavimą,

mažai žinoma apie galutinį naudotoją [DB11]. Dėl to tradiciniai vertinimo būdai randa dalį papildytosios realybės sąsajų spragų, tačiau nepadengia visos papildytosios ar virtualios realybės specifikos ir netinka aptikti jų specifiniams trūkumams. Dėl šių priežasčių yra poreikis turėti naudotojo sąsajų vertinimo būdus pritaikytus papildytajai realybei [DB11; SD08].

Tyrimai susiję su žmogaus-kompiuterio sąveika (angl. *human-computer interaction, HCI*) virtualiosios realybės srityje nėra visiškai nauji. Yra bandymų sukurti virtualios realybės gaires stacionarioms sistemoms (angl. *desktop systems*). Pavyzdžiui, Normano modelis buvo praplėstas virtualios aplinkos (angl. *virtual environment*) programoms stacionariose sistemose [SD08]. Taip pat yra bandymų sukurti gairių ir euristikų rinkinį virtualių aplinkų vertinimui [DB11]. Darbe tik dalinai remiamasi virtualiosios realybės tyrimais, nes nors virtuali realybė turi bendrų savybių su papildytąja realybe [DB11], tačiau jos nėra tapačios ir remtis virtualios realybės tyrimais papildytosios realybės tyrimuose reiktų atsargiai.

Kaip minėta ankščiau, papildytosios realybės įrenginiai yra įvairūs ir turi skirtingus įvesties-išvesties būdus. Papildytoji realybė naudojama išmaniuosiuose telefonuose, ant galvos užmaunamuose nešiojamuose įrenginiuose ir stacionariuose sistemose su ekranais. Taip pat gali egzistuoti ne tik vizualios naudotojo sąsajos, bet paremtos garsais ar liečiamaisiais paviršiais. Kalbant apie interneto svetaines ar tradicinių grafinių programų sąsajas, daroma prielaida, kad jose naudojami panašūs įvesties ir išvesties būdai. Dėl to tokioms sistemoms yra stengiamasi kurti bendresnes projektavimo gaires. Didelė įvesties, išvesties būdų įvairovė sukelia sunkumų kuriant apibendrintas naudotojo sąsajas ir bendras sąveikos metodikas papildytajai realybei [DGS07+]. Kyla klausimas ar įmanoma sukurti bendrą gairių sąrašą, kuris būtų tinkamas įvairioms sistemoms. Bendri euristikų rinkiniai gali tikti kaip atskaitos taškas, tačiau šis būdas gali stipriai apriboti, nes jis bus taikomas tik labai abstraktiems trūkumams rasti [DB11]. Dėl to papildytosios realybės sąsajų panaudojamumo tyrimai šiuo metu yra nukreipti daugiausiai į atskirus papildytosios realybės tipus, o ne apibendrintus panaudojamumo tyrimus [DB11; DGS07+].

Specializuotos srities gairių kūrimas skatina turėti skirtingus gairių ir vertinimų rinkinius skirtingiems papildytosios realybės tipams, nors jos turi bendrų bruožų tarpusavyje [DB11]. Dėl to kuriant sąsajas, kurios pritaikomos daugiau nei vieno tipo papildytosios realybės įrenginiuose, reikia naudotis daugiau nei vienu gairių ir vertinimų rinkiniu. Dėl tokių rinkinių gausos, skirtumų ir pasikartojančių bruožų, tampa sunku jais naudotis. Tokioje situacijoje būtų gerai surinkti atskirus tyrimus ir vertinimus bei iš jų sukurti bendrus visoms ar bent jau kelioms papildytos realybės rūšims galiojančius panaudojamumo principus, kurie būtų papildytosios realybės sąsajų kūrimo ir vertinimo pagrindas, bet egzistuoja grėsmė, jog toks gairių rinkinys bus per bendras konkrečiam naudojimui arba per daug didelis ir sudėtingas, kad juo būtų patogiu naudoti [DB11].

5 lentelėje yra apibendrinti kelių skirtingų, bet konkrečių gairių rinkinių ir vieno apibendrinto gairių rinkinio naudojimo privalumai ir trūkumai.

5 lentelė. Kelių skirtingų ir vieno apibendrinto gairių rinkinio apibendrinimas

Gairių rinkinių tipas	Privalumai	Trūkumai
Atskiri papildytosios realybės gairių rinkiniai	Pritaikytos atskiroms rūšims, konkretiems įvesties ir išvesties būdams bei technologijoms.	Reikia naudotis daugiau nei vienu gairių rinkiniu. Atskiros gairės, nors dalis bruožų tų pačių.
Apibendrintas papildytosios realybės gairių rinkinys	Pritaikytos daugiau nei vienai papildytosios realybės rūšiai.	Per daug bendros konkrečiam atvejui. Per didelės ir nepatogios naudoti.

Mes sukursime panaudojamumo euristikų ir projektavimo gairių rinkinį konkrečiai išmaniųjų telefonų papildytajai realybei, bet pakankamai apibendrintą tam, kad tiktų dažniai naudojamų dalykinių sričių vertinimui.

1.5.2. Papildytosios realybės projektavimo principai mobiliesiems įrenginiams

Kuriant papildytosios realybės programas mobiliesiems įrenginiams svarbu yra programos tipas, sąveikos būdai ir įrenginio formos faktorius (angl. *device form factor*) [Gan13]. Naudojimo konteksto supratimas yra svarbus mobiliosios papildytosios realybės programoms, nes jis suteikia žinių apie naudotojų užduotis. Nuo jo dalinai priklauso naudojami įvesties/išvesties būdai. Yra išskiriami keturi pagrindiniai programų tipai [Gan13]:

1. *Pirkinių*. Įtraukia dominamus objektus, pavyzdžiui, produktų informaciją, kainų palyginimus, brūkšninius kodus.
2. *Asmeninio navigacijos asistento* (angl. *personal navigation assistant*, PNA). Naudojami papildytosios realybės objektai, pavyzdžiui, restoranai, pastatai, lankytinos vietos ir viešojo transporto sustojimai. Toliau šį programos tipą paprastumui palaikyti tekste vadinsime tiesiog navigacijos asistentais.
3. *Žaidimų*. Žaidimuose vizualiai atpažįstamos geografinės vietovės ir jos papildomos virtualiais objektais. Pavyzdžiui, virtualių lobių paieškos.
4. *Socialinių tinklų*. Pavyzdžiui, priklausomai nuo naudotojo buvimo vietos, programa automatiškai praneša apie žmones, kurie yra toje vietoje, jų atsiliepimus apie ją.

Mes pastebime, kad programa yra nebūtinai vieno tipo. Todėl papildytosios realybės panaudojamumo vertinimo euristikos yra bendros, kad aptiktų kelių sričių specifinius trūkumus. Šiame darbe plačiau nagrinėjami navigacijos asistento ir žaidimų programų tipai, nes, jie yra dažniausiai naudojami [Gan13].

Papildytosios realybės programų naudojamų sąveikos, įvesties, išvesties būdų savybės [Gan13]:

1. Garso įvestimi informacija ieškoma be klaviatūros, todėl atlaisvinamos rankas.
2. Gestų įvestis tinka specifinėms komandoms. Pavyzdžiui, naršymui, slankiojimui (angl. *scrolling*) ir priartinimui. Lengva peržiūrėti daug informacijos ir manipuliuoti 3D objektais. Tokia įvestis daugiau intuityvi.
3. Rankose laikomi įrenginiai turi akcelerometrus, pozicionavimo jutiklius, kuriais sukuriama natūralių gestų pojūčiai. Įvestis priklauso nuo įrenginio pozicijos, laikymo kampo ir kt.

Gestų ir garso įvesties būdai įvedami atsitiktinai ar priverstinai, jie ne tokie tikslūs kaip tradiciniai [Gan13]. 6 lentelėje pateikiamas sąveikos su naudotojo sąsaja būdų apibendrinimas.

6 lentelė. Sąveikos su naudotojo sąsaja išmaniuosiuose telefonuose būdai

Įvesties būdas	Privalumai	Trūkumai
Garso įvestis	<ul style="list-style-type: none"> • Laisvos rankos 	<ul style="list-style-type: none"> • Įvedami atsitiktinai • Netikslūs
Gestai, lietimui jautrus paviršius	<ul style="list-style-type: none"> • Puikiai tinka 3D objektų manipuliacijai • Daugiau intuityvūs 	<ul style="list-style-type: none"> • Įvedami atsitiktinai • Netikslūs • Reikalauja įvesties rankomis
Akcelerometrai, GPS, giroskopai ir kiti jutikliai	<ul style="list-style-type: none"> • Sukuria natūralių gestų pojūtį • Reikalauja rankų tik tiek, kiek reikia įrenginio laikymui 	<ul style="list-style-type: none"> • Įvedami atsitiktinai • Netikslūs

Įrenginio formos faktoriai apima įrenginio ergonominius parametrus (svorį, balansą, laikymo poziciją skirtingiems rankų dydžiams), paviršiaus medžiagą ir ekrano proporcijas. Svarbu, kad informacija vaizduojama programoje prie jų prisitaikytų. Pavyzdžiui, priklausomai nuo įrenginio laikymo kampo ir krypties, papildytosios realybės informacija yra pakoreguota portretinio arba kraštovaizdžio tipo vaizdavimui. Taip pat priklausomai nuo ekrano dydžio ir programos specifikos, rodyti skirtingą kiekį papildytosios realybės objektų. Jei ekranas yra didesnis nei 24,13 cm (9.5 colio) įstrižainės, informacija yra lengvai skaitoma ir didesniu papildytosios realybės objektų tankiui [Gan13].

1.5.3. Papildytosios realybės projektavimo gairės mobiliems įrenginiams

Yra mobiliųjų papildytosios realybės naudotojo sąsajų projektavimo gairės [Gan13]:

- P1. *Aiški tekstinė informacija*. Gerai matoma, šriftas lengvai skaitomas.
- P2. *Kontrastas*. Rodomas tekstas išsiskiria iš fonų. Kai fonas kinta, tekstą dėti į rėmus, kurie užstotų foną ir atskirtų tekstą. Taip yra paslepiama dalis fono.
- P3. *Grupavimas*. Informacijos organizavimas yra svarbus persidengiančiai informacijai.
- P4. *Pozicionavimas*. Pateikiama informacija neperdengia kito objekto ar informacijos.
- P5. *Perspėjimo/dėmesio jautrumas* (angl. *alert/attention sensitivity*). Svarbios informacijos išskyrimas aktualus mokymų ar medicininiuose kontekstuose.
- P6. *Sąveikavimo būdai*. Priklausomai nuo konteksto, naudotojas turi turėti galimybę pakeisti sąveikavimo būdą. Pavyzdžiui, sustabdyti programos veikimą tam, kad paimtų įrenginį patogesniu kampu, arba panaikinti dalį sekamų objektų.
- P7. *Skirtingos piktogramos* (angl. *distinct icons*). Papildytosios realybės objektai yra pažymėti piktogramomis. Naudotojas identifikuoja papildytosios realybės objekto kategoriją vien pažiūrėjęs ir be poreikio skaityti tekstą.
- P8. *Matomumas ir atstumumas*. Papildytosios realybės informacija naudojama lauke filtruojama pagal atstumą ir matomumą. Taip pat piktograma nurodoma ar vaizduojamas objektas yra matomas realioje erdvėje.

1.5.4. Navigacijos asistento panaudojamumo principai išmaniuosiuose telefonuose

Papildytosios realybės programos, kuriose objektai arba programos naudotojas yra fiksuojami pagal jų koordinatas realiame pasaulyje, yra navigacijos asistentai. Šiam programų tipui suformuotos penkios panaudojamumo principų grupės [KCJ13]:

1. *Naudotojo informacija*. Vizuali informacija, klasifikuota meniu struktūra.
2. *Naudotojo apkrova*. Principai susiję su atminties apkrova, lengvu programos išmokstamumu.
3. *Pagalba naudotojui*. Naudingos informacijos pateikimas, klaidų mažinimas ir tvarkymas, sąsajos individualizavimas.
4. *Naudotojo sąveika*. Atbulinio ryšio pateikimas.
5. *Naudotojo panaudojimas*. Tinkamas reagavimas į aplinką, paprastas programos naudojimas ir stabdymas.

7 lentelėje pateikiamos navigacijos asistento sistemų naudotojo sąsajų panaudojamumo euristikos [KCL13].

7 lentelė. Navigacijos asistento panaudojamumo principai [KCL13]

Panaudojamo grupė	Euristika
Naudoto informacija	A1. <i>Parametrai pagal nutylėjimą</i> (angl. <i>defaults</i>). Pradiniai nustatymai lengvai valdomi. Įvesties erdvės suprantamai pažymėtos.
	A2. <i>Malonumas</i> (angl. <i>enjoyment</i>). Estetinis dizainas, įskaitant ir spalvas, suteikia malonias patirtis.
	A3. <i>Familiarumas</i> (angl. <i>familiarity</i>). Naudojamos pažįstamos metaforos, piktogramos ir naudotojui suprantama (angl. <i>user-centered</i>) kalba.
	A4. <i>Hierarchija</i> (angl. <i>hierarchy</i>). Didelis informacijos kiekis grupuojamas, kad naudotojui ją būtų lengviau rasti.
	A5. <i>Multimodalumas</i> (angl. <i>multi-modality</i>). Perteikiant informaciją, naudoti lygiagrečiai garsus ir vizualius ekrano elementus.
	A6. <i>Matomumas</i> (angl. <i>visibility</i>). Visada rodoma sistemos būseną.
Naudotojo apkrova	A7. <i>Vientisumas</i> (angl. <i>consistency</i>). Terminai ir išdėstymas vientisas visoje programoje.
	A8. <i>Išmokstamumas</i> (angl. <i>learnability</i>). Programos funkcijos naudojamos efektyviai, jos lengvai išmokstamos.
	A9. <i>Nuspėjamumas</i> (angl. <i>predictability</i>). Programos funkcijos ir savybės nuspėjamos nuo pirmo pasirodymo programos kontekste.
	A10. <i>Atpažįstamumas</i> (angl. <i>recognition</i>). Informacija interpretuojama be naudotojo ilgosios atminties
Pagalba naudotojui	A11. <i>Klaidų valdymas</i> (angl. <i>error management</i>). Naudojimo metu kylančias klaidas programa pataiso. Kur įmanoma, eliminuojamos klaidos.
	A12. <i>Pagalba ir dokumentacija</i> (angl. <i>help and documentation</i>). Naudotojo veiksams suteikiama pagalba ir dokumentacija.
	A13. <i>Personalizavimas</i> (angl. <i>personalization</i>). Naudotojo sąsaja lengvai modifikuojama pagal naudotojo užduotis.
	A14. <i>Naudotojo kontrolė</i> (angl. <i>user control</i>). Naudotojai jaučia, kad jie valdo sistemą ir mato atsaką į savo veiksmus.
Naudotojo sąveika	A15. <i>Tiesioginė manipuliacija</i> (angl. <i>direct manipulation</i>). Informacijos manipuliavimui parinkti intuityviai suprantami veiksmai.
	A16. <i>Atbulinis ryšys</i> (angl. <i>feedback</i>). Sistemos būseną nuolatos rodoma naudotojui.
	A17. <i>Nedidelės fizinės pastangos</i> (angl. <i>low physical effort</i>). Nedidelės pastangos ir nuovargis naudojantis programa.
	A18. <i>Reagavimas</i> (angl. <i>responsiveness</i>). Greitas reagavimas į naudotojo veiksmus.
Naudotojo panaudojimas	A19. <i>Prieinamumas</i> (angl. <i>availability</i>). Programa greita. Pasikartojantiems veiksams išsaugoma ankstesnė būseną ir parinktys.
	A20. <i>Kontekstas</i> (angl. <i>context-based</i>). Naudotojo sąsaja kuriama atsižvelgiant į skirtingas aplinkas ir atitinka jas.
	A21. <i>Išėjimas</i> (angl. <i>exiting</i>). Lengva išeiti iš programos ir grįžti į ankstesnes užduotis.
	A22. <i>Navigacija</i> (angl. <i>navigation</i>). Naudotojai laisvai juda po programos langus.

1.5.5. Kompiuterinių žaidimų naudotojo sąsajų panaudojamumo euristikos

Šiame poskyryje apžvelgiamas kompiuterinių žaidimų naudotojo sąsajų panaudojamumas. Kompiuterinis žaidimas susideda iš žaidimo istorijos, sunkumo lygio, stimuliacijos, žaidimo mechanikų ir kitų aspektų [PWS08]. Darbe nagrinėjami tik naudotojo sąsajoms įtaką darantys aspektai, todėl buvo pasirinktos naudotojo sąsajų panaudojamumo euristikos.

Kompiuteriniai žaidimai gali stipriai skirtis nuo kitų programų [PWS08]. Tradicinėse programose naudojamos klaidų vengimo ir taisymo euristikos, nes čia klaidos yra nepageidaujamos. Kompiuteriniuose žaidimuose jos yra neišvengiamos norint žaidimą padaryti sunkesniu. Taip pat yra minima ir tai, jog programos paprastai naudojamos pagal jų paskirtį, o kompiuterinių žaidimų naudotojai sugalvoja savo tikslus, todėl daugėja ir variantų, kuriais naudotojo sąsajos bus naudojamos. Dėl tokių priežasčių yra svarbios kompiuterinių žaidimų naudotojo sąsajų panaudojamumo vertinimo euristikos [PWS08]:

- Z1. *Nuoseklus atsakymas į naudotojo veiksmus.* Kompiuteriniai žaidimai nuspėjamai reaguoja į naudotojo veiksmus. Pagrindiniai žaidimo veikimo principai tinkami situacijai, kurioje naudotojai atsiduria. Žaidimas taip pat pateikia nuoseklius įvesties priskyrimus (angl. *mappings*), naudotojų veiksmais pasiekiami laukiami rezultatai.
- Z2. *Naudotojui pritaikomi vaizdo, garso, sunkumo ir žaidimo greičio nustatymus.* Ne visi nustatymai priimtini visiems naudotojams, jie koreguojami numatytose ribose.
- Z3. *Pateikti nuspėjami ir pagrįsti dirbtinio intelekto kontroliuojami veiksmai.* Žaidimų pagalbinės užduotys ar objektai yra valdomi dirbtinio intelekto. Dirbtinis intelektas juos bando nuspėti taip, kad naudotojas neprivalėtų atlikinėti papildomų veiksmų netikėtam dirbtinio intelekto sprendimui taisyti. Pavyzdžiui, jei kariniame žaidime dirbtinis intelektas valdo visus tuo metu naudotojo nekontroliuojamus personažus, kuriems naudotojas prieš tai buvo liepęs atsitraukti, ir nusiunčia juos į puolimą, dirbtinio intelekto priimtas sprendimas buvo nelauktas net jei buvo efektyvus toje situacijoje.
- Z4. *Pateikiami vaizdai nekliudo naudotojo užduotims.* Naudotojo valdomi personažai veikia virtualiose erdvėse. Jose žaidimo vaizdo neužstoja nereikalingi objektai, matosi visa erdvės informacija, leistini naudotojo veiksmai. Pavyzdžiui, 3D žaidime, prireikia keisti kameros kampus priklausomai nuo to, kokio dydžio kambaryje personažas yra.
- Z5. *Leisti naudotojams praleisti nežaidžiamą arba dažnai pasikartojantį turinį.* Daugelis žaidimų turi ilgus garso, vaizdo ar kitokius interpus. Žaidimas turi leisti juos praleisti, kad nekliudytų žaidimo veiksams atlikti.
- Z6. *Suteikti intuityvią ir koreguojamą įvestį.* Naudojama greita ir tiksli naudotojo įvestis. Veiksmų žymėjimai lengvai išmokstami ir intuityvūs naudoti. Taip pat naudojama įvestis,

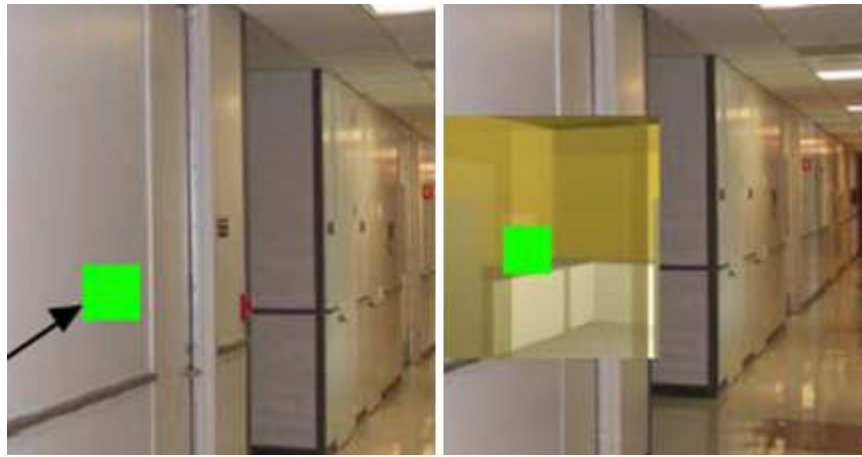
kuri yra dažnai pasitaikanti kituose tokio žanro žaidimuose. Žaidimuose šie nustatymai keičiami, palaikomi standartiniai įvesties būdai, suteikiami spartieji klavišai daugiau pažengusiems naudotojams.

- Z7. *Suteikti atitinkamo jautrumo ir reakcijos lygio valdymo veiksmai.* Įvairūs objektai valdomi žaidimo valdymo veiksmais. Jie turi imituoti realaus pasaulio sąveiką, pavyzdžiui, lėktuvas žaidime kyla į viršų, kai vairalazdė traukiama į save, nes taip valdomas tikras lėktuvas.
- Z8. *Suteikti naudotojams informaciją apie žaidimo būseną.* Suteikiama pakankamai informacijos atitinkamiems veiksams priimti.
- Z9. *Pateikti instrukcijas, pamokas ir pagalbą.* Naudotojas lengvai pasiekia pilną dokumentaciją, įtraukiant ir informaciją apie vaizdines reprezentacijas. Naudojamos interaktyvios mokymo priemonės, egzistuoja rekomenduojami arba pagal nutylėjimą priimami sprendimai.
- Z10. *Naudotojo sąsaja lengvai interpretuojama.* Vizualios reprezentacijos sumažina netvarką ir išskiria reikšmingą informaciją nuo nereikšmingos.

1.5.6. Uždengtos informacijos vizualizavimo euristikos

Papildytą ir mišriąją realybėmis vaizduojami ne tik matomi objektai, bet ir paslėpti arba dalinai uždengti. Tai vadinama paslėptos informacijos vizualizavimu (angl. *obscured information visualization*, OIV) [FAD02].

Papildytosios realybės sistemos naudotojų suvokimas apie juos supančią aplinką didinamas rodant objektus, kurie egzistuoja realiame pasaulyje, tačiau yra nematomi. Pavyzdžiui, matyti vamzdžius įbetonuotus sienose, žmones už sienų. Paslėptų objektų matymas naudojamas medicininiuose, architektūriniuose ir kariniuose taikymuose. Tokios technologijos svarbios miesto teritorijose, kuriose aukšti pastatai riboja matymo lauką. Tačiau vaizdavimas tokios informacijos naudotojui suprantamu būdu nėra trivialus uždavinys. Pavyzdžiui, jei papildytosios realybės programa turėtų parodyti pastate esantį žmogų besislepiantį už kelių sienų. Šioje situacijoje žmogus gali būti ne tik tam pačiame kambaryje, bet ir už kelių sienų. Kadangi programa turi aiškiai perteikti žmogaus buvimo vietą, ji turi pateikti ne tik žmogaus vaizdą, bet ir papildomą informaciją, pavyzdžiui, atstumą iki jo ar skiriančių sienų skaičių. Kitaip programa sukels daugiau sunkumų nei pagelbės. 3 pav. parodyta situacija, kurioje nėra aišku ar vaizduojamas objektas yra toje pačioje kambario erdvėje, ar už sienos [FAD02].



3 pav. Dviprasmiškas vaizduojamo objekto vaizdavimas [FAD02]

Naudotojo sąsaja perteikia užslėptą arba tik su papildomais jutikliais matomą informaciją. Tam naudojamos matomos ir užslėptos informacijos vizualizavimo suvokimo euristikos [FAD02]. Šios euristikos sprendžia trūkumus susijusius su paslėptos informacijos vizualizavimu, apibendrina ir kitų papildytosios ar virtualios realybės informacijos vaizdavimus [FAD02]:

- U1. *Atstumo perteikimas* (angl. *distance conveyance*). Papildytosios realybės programa turi pašalinti neaiškią informaciją apie atstumą arba poziciją.
- U2. *Tinkama judesio fizika*. Įrenginiuose su dinaminiais monitoriais judėjimo realistiškumas yra svarbi užuomina naudotojams, todėl judėjimas ir vieta trimatėje erdvėje rodomas tikroviškai.
- U3. *Nereikalingo papildytosios realybės judesio panaikinimas*. Žmogaus akys yra labai jautrios judesiui, todėl nereikalingus judesius, pavyzdžiui, naudotojo sąsajos animacijas, perteklinius jutiklių duomenis reikėtų pašalinti arba sumažinti.
- U4. *Atrankinės arba daugybinės užuominos*. Programoje naudojamų papildytosios realybės objektų užuominų tikslumas ar jų kiekis kečiasi priklausomai nuo ekrano dydžio, atstumo iki objektų, nustatymų ar kitų veiksnių.
- U5. *Apibrėžti erdvės taisykles*. Projektuojant papildytosios realybės sistemą, kurioje rodoma užslėpta informacija, naudojamos taisyklės, pagal kurias vaizduojami papildytosios realybės objektai. Pavyzdžiui, jei naudotojas žinos, kad informacija yra vaizduojama tik vieno pastato ribose, tuomet ši informacija lengviau suprantama. Objektai vaizduojami skirtingomis spalvomis, simboliais, užrašais. Nors daugėjant vaizdavimo taisyklių skaičiui, taip pat auga ir sistemos sudėtingumas, tačiau panaikinama vaizduojamos informacijos dviprasmybė.
- U6. *Efektyvumo testavimas*. Nors šios abstrakčios gairės gali būti naudojamos kaip atskaitos taškas, tačiau kita eksperimentinio testavimo forma yra naudojama kūrimo procese. Toks empirinis testavimas pagerina sistemos dizainą, nes specifinės vaizdavimo užuominos geriau tinka konkrečioms programoms.

1.5.7. Abstraktus papildytosios realybės vertinimo euristikų ir projektavimo rinkinys

Poskyryje aptariamas vienas iš nedaugelio bandymų surinkti apibendrintą euristikų ir projektavimo pasiūlymų rinkinį papildytajai realybei remiantis daugiausiai virtualios realybės tyrimais [DGS07+]. Šis rinkinys nėra laikomas išsamiu ar užbaigtu, nes yra surinkta dar per mažai žinių apie papildytosios realybės projektavimą, tačiau jame yra keli svarbūs projektavimo principai ir jų ryšys su papildytąja realybe [DGS07+]:

- B1. *Naudojimo būdo pateikimas*. Naudotojo sąsaja suteikia užuominas, naudojamos realaus pasaulio metaforos. Tokiu būdu pagerinamas 3D objektų manipuliavimas erdvėje, kuris yra intuityvesnis naudotojams lyginant jį su pele ar klaviatūra.
- B2. *Pažinimo apkrovos mažinimas* (angl. *reducing cognitive overhead*). Visas naudotojo sąsajos dėmesys skiriamas atliekamai užduočiai ir sumažina pažinimo apkrovą. Per didelė pažinimo apkrova trikdo dėmesį ir trukdo pasiekti specifinius tikslus. Pažinimo apkrovos mažinimas papildytosios realybės programose yra svarbiausias naujiems naudotojams, o patyrę yra tam atsparūs. Pažinimo apkrovos mažinimo tikslas yra gilintis į užduotį, o ne sąveikos mokymąsi. Tai paprastai pasiekama mažinant sistemos funkcijų kiekį.
- B3. *Nedidelis fizinių pastangų kiekis*. Naudotojai sugeba užduotį atlikti per kuo mažesnę žingsnių skaičių. Sistemoje nėra nereikalingų sąveikų, kurios vargina naudotoją. Tam, kad nuovargis būtų sumažintas, nešiojamos įrangos dalys yra lengvos ir patogios. Dėvimos ant akių įrangos atveju yra atkreipiamas dėmesys į dažnai sukeliama silpnumo jausmą, atsirandantį dėl neatitikimo tarp simuliuojamų aplinkų vaizdų ir įprastai smegenų priimamų vaizdų. Nors šis reiškinys papildytosios realybės sistemose ne tokis stiprus kaip virtualios realybės sistemose, tačiau gali ženkliai sumažinti sistemos panaudojamumą.
- B4. *Išmokstamumas*. Dalis papildytosios realybės sąveikos būdų dar nėra plačiai paplitę, todėl naudotojams yra nežinomi. Jie gali skirtis nuo to, kaip naudotojai elgtųsi realiose aplinkose ar kitose programose, todėl yra lengvai išmokstami. Sąveikos technikos, kurios yra intuityvios arba panašios į tas, kurios naudojamos realiame pasaulyje sumažina mokymosi trukmę. Sąsajos nuoseklios ir savo išvaizda, ir funkcionalumu.
- B5. *Pasitenkinimas*. Kuo daugiau papildytosios realybės programos skirtos veikloms, o ne užduotims atlikti, tuo svarbesnė tampa naudotojų patirtis. Sąsajų panaudojamumas priklauso ne vien nuo objektyvių matų, bet ir nuo subjektyvaus naudotojų suvokimo.
- B6. *Naudojimo lankstumas*. Projektuojant sąsajas atsižvelgiama į skirtingus naudotojų gebėjimo lygius ir poreikius. Išskirtinė papildytosios realybės savybė yra didelė įvesties ar išvesties būdų įvairovė. Dėl to egzistuoja galimybė integruoti skirtingus įvesties ar išvesties būdus, suteikti sąveikai daugiau lankstumo. Pavyzdžiui, navigacijos asistento programa,

valdoma balsu ir naudojama automobilyje arba valdoma lietimui jautriu ekranu ir naudojama einant gatvėje.

- B7. *Reagavimas ir atbulinis ryšys*. Jei naudotojo komandos neįvykdomos per tam tikrą laiką, sunku nustatyti ar ji yra iš viso vykdoma, todėl atbulinis ryšys sumažina su vėlavimu susijusius trūkumus. Šiuo metu trūkumai kyla dėl lėto vaizdų sekimo ir apdorojimo. Jas lemia technologiniai apribojimai, kurie, tikėtina, ateityje bus sumažinti, tačiau iki tol reikėtų projektuoti sistemas taip, kad jų funkcijų vėlavimai būtų kuo mažiau pastebimi. Taip pat atbulinis ryšys yra naudojamas ir nuolatinėms sistemos bei naudojamų funkcijų būsenoms nurodyti.
- B8. *Tolerancija klaidoms*. Nėra sukaupta daug papildytosios realybės sistemų kūrimo patirties ir tai yra didelio nestabilumo priežastis. Kūrėjai šiuo metu nėra iki galo išsprendę su technologijomis susijusius trūkumus, pavyzdžiui, objektų sekimo stabilizavimo klaidos, erdvinės ar vaizdavimo klaidos kylančios dėl šviesos pokyčių, žmogaus klaidos sukelia informacijos dingimą, erdvinį jos virpėjimą naudotojui greitai judant. Panašūs trūkumai gali išryškėti ar beveik pradingti priklausomai nuo žmogaus-kompiuterio sąsajos projektavimo principų.

1.6. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

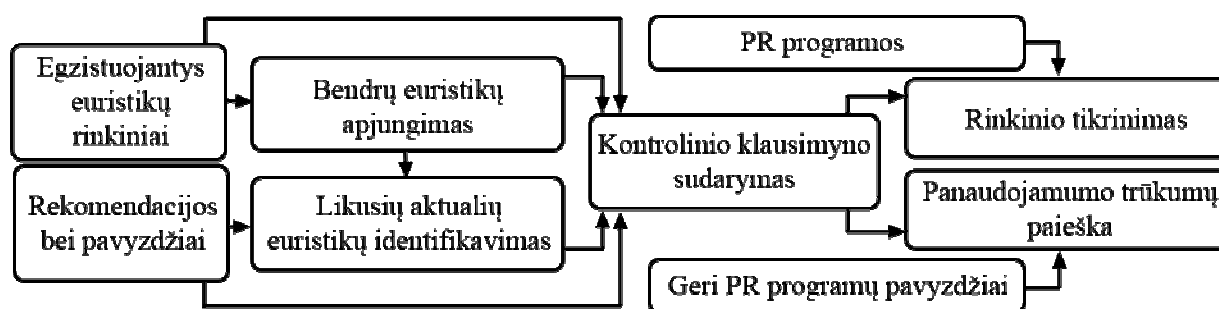
Skyriuje pristatyta papildytosios realybės sąvoka, tokių sistemų klasifikacija. Taip pat yra pateikiami papildytosios realybės vaizdavimo įrenginių tipai, kalbama apie jos taikymą mobiliuosiuose įrenginiuose.

Taip pat šiame skyriuje pristatomas panaudojamumas, jo atributai, euristinis vertinimas. Skyriuje pristatomos J. Nielsen, ISO 9241 euristikos, nagrinėjamas išmaniesiems telefonams naudojamos PACMAD modelis. Kalbama apie papildytosios realybės projektavimo principus mobiliesiems įrenginiams, nagrinėjamos asmeninių navigacijos asistento, kompiuterinių žaidimų, uždengtos informacijos vizualizavimo euristikos.

Nerasti euristikų rinkiniai, kurie apimtų kelis papildytosios realybės programų tipus arba tokie rinkiniai yra per daug bendri, kad surastų specifinius panaudojamumo trūkumus. Pastebėta, kad nagrinėjamuose rinkiniuose yra panašių euristikų, o tai reiškia, jog jas įmanoma sujungti. Įvertinus neapjungtų euristikų tinkamumą ir prie atrinktų euristikų pridėjus sujungtąsias, galima sukurti naują, tinkantį nagrinėjamoms dalykinėms sritims, naudotojo sąsajų panaudojamumo vertinimo būdą. Tas atliekama 2 skyriuje.

2. EURISTIKŲ RINKINIO KŪRIMAS

Skyriuje yra kuriamas papildytosios realybės žaidimų ir navigacijos asistento panaudojamumo euristikos skirtos išmaniems telefonams. Tai pasiekama lyginant literatūros apžvalgoje aptartas euristikas ir projektavimo gaires ir apibendrinant atskiroms sritims tinkančias euristikas. Iš sukurtų euristikų ir literatūros analizės metu nagrinėtų pavyzdžių yra sudaromas kontrolinis klausimynas. Skyriuje atliekamas sukurto euristikų rinkinio tikrinimas ir juo vertinamos geros panaudojamumo atžvilgiu programos. Praktiniu būdu yra pademonstruojama, jog rinkinys suranda panaudojamumo trūkumus. 4 pav. pateikiama skyriaus vykdymo schema.



4 pav. Skyriaus schema

2.1. Euristikų išskyrimas

Poskyryje lyginamos literatūros apžvalgoje aptartos euristikos, apibendrinamos atskirų sričių euristikos, sujungiamos panašios ir iš nagrinėtų euristikų atrenkamos specifinės euristikos.

2.1.1. Bendrų euristikų apjungimas

Sudarinėjant naują euristikų rinkinį iš pradžių apjungiamos panašios euristikos iš keleto rinkinių. Kuriamam rinkiniui išskirtos keturios dalykinės sritys: papildytoji realybė, išmanieji telefonai, žaidimai, navigacijos asistento užduočių sistema. Skyriuje nagrinėjami su šiomis keturiomis dalykinėmis sritimis susiję euristikų rinkiniai. Euristikos, kurios tinka ir navigacijos asistentams, ir žaidimams, tiks ir rinkiniui, kuris bus skirtas abejoms dalykinėms sritims.

Svarbu pažymėti, kad 8 lentelėje pateiktos tik tos euristikos, kurios turi atitikmenis skirtinguose nagrinėtuose euristikų rinkiniuose. Lentelės stulpeliuose išrašytos literatūros apžvalgoje nagrinėtų rinkinių euristikos, o lentelės eilutėse esančios euristikos yra persidengiančios ir naudojamos naujame rinkinyje. Lyginimai šioje lentelėje vyksta J. Nielsen euristikų pagrindu, nes jos yra plačiausiai naudojamos. Dalis euristikų persidengia tik dalinai, todėl tos euristikos, kurios apima ne visas kurios nors J. Nielsen euristikos sritis, pažymėtos žodžiais „dalinai“. Jei lyginamoji euristika apima daugiau sričių nei J. Nielsen euristika, ji pažymėta žodžiu „dalis“. Skirtingų rinkinių euristikos nėra vienareikšmiškai susiejamos, todėl dalis jų lyginamos daugiau nei su viena euristika.

8 lentelė. Skirtingų rinkinių euristicų lyginimas

J. Nielsen euristicos	Navigacijos asistento panaudojamumo euristicos išmaniuosiuose telefonuose	Naudotojo sąsajų kompiuteriniuose žaidimuose euristicos	Bendros papildytosios realybės panaudojamumo euristicos
N1. Sistemos statuso matomumas	A16. Atbulinis ryšys	Z8. Suteikti naudotojams informaciją apie žaidimo būseną	B7. Reagavimas ir atbulinis ryšys (<i>dalis</i>)
N2. Sistemos atitikimas realiai situacijai	A3. Familiarumas (<i>dalis</i>) A9. Nuspėjamumas A15. Tiesioginė manipuliacija	Z6. Suteikti intuityvią ir koreguojamą įvestį (<i>dalis</i>) Z7. Suteikti atitinkamo jautrumo ir reakcijos lygio valdymo veiksmus (<i>dalis</i>)	B1. Naudojimo būdo pateikimas B4. Išmokstamumas (<i>dalis</i>)
N3. Naudotojo veiksmų valdymas	A14. Naudotojo kontrolė A21. Išėjimas (<i>dalinai</i>)	Z1. Nuoseklus atsakymas į naudotojo veiksmus. (<i>dalis</i>) Z7. Suteikti atitinkamo jautrumo ir reakcijos lygio valdymo veiksmus (<i>dalis</i>)	–
N4 Darna ir standartai	A1. Parametrai pagal nutylėjimą A7. Vientisumas	Z1. Suteikiamas nuoseklus atsakymas į naudotojo veiksmus (<i>dalis</i>) Z6. Suteikti intuityvią ir koreguojamą įvestį (<i>dalis</i>)	B4. Išmokstamumas (<i>dalis</i>)
N5. Klaidų vengimas N9. Padėti naudotojams atpažinti ir nustatyti klaidas bei jas ištaisyti	A11. Klaidų valdymas	–	B8. Tolerancija klaidoms
N6. Atpažinimas geriau nei atsiminimas	A4. Hierarchija A6. Matomumas A10. Atpažįstamumas	Z4. Pateikiami vaizdai nekliudo naudotojo užduotims. Z10. Naudotojo sąsaja lengvai interpretuojama (<i>dalis</i>)	–
N7. Naudojimo lankstumas ir efektyvumas	A13. Personalizavimas (<i>dalinai</i>) A18. Reagavimas (<i>dalis</i>) A19. Prieinamumas (<i>dalis</i>)	Z2. Naudotojui pritaikomi vaizdo, garso, sunkumo ir žaidimo greičio nustatymai. (<i>dalinai</i>) Z5. Leisti naudotojams praleisti nežaidžiamą arba dažnai pasikartojantį turinį. (<i>dalinai</i>) Z6. Suteikti intuityvią ir koreguojamą įvestį (<i>dalis</i>)	B6. Naudojimo lankstumas B7. Reagavimas ir atbulinis ryšys (<i>dalis</i>)
N8. Estetiškas ir minimalistinis dizainas	A2. Malonumas (<i>dalinai</i>)	Z10. Naudotojo sąsaja lengvai interpretuojama (<i>dalis</i>)	B2. Pažinimo apkrovos mažinimas (<i>dalis</i>)
N10. Pagalba ir dokumentacija	A12. Pagalba ir dokumentacija	Z9. Pateikti instrukcijas, pamokas ir pagalbą	–

Žemiau pateikiamas platesnis komentaras apie svarbiausių dalinai persidengiančių euristicų:

1. N1, A16, Z8 ir B7 euristicos nurodo, kad yra reikalingas atbulinis ryšys ir sistemos būseną nuolat rodoma naudotojui.
2. N2, A3, ir B1 euristicose minima, jog vartojama naudotojui suprantama kalba, metaforos ir piktogramos. Z7 papildo, jog metaforas reikia naudoti ir realaus pasaulio valdymo veiksmams perteikti, o B4 prideda, kad realaus pasaulio metaforų naudojimas sumažina mokymosi trukmę. Taip pat N2 minimas ir nuspėjamumas, o Z6 – lengvai išmokstami įvesties priskyrimai. A9 teigiama, jog sistemos savybės yra lengvai nuspėjamos net pirmą kartą pasirodžius programoje, o A15 – visi veiksmai intuityvūs.
3. N3 euristikoje kalbama apie veiksmų pasirinkimą ir jų atstatymo galimybę. A14, Z7 ir A21 euristicos apima tuos pačius aspektus bei papildo, jog išėjimas iš programos yra paprastas.
4. N4, A1, A7, Z1, Z6, B4 euristicos skirtingomis argumentacijomis pateikia vientisumo, numatytųjų reikšmių, standartų ir kitose programose dažnai naudojamų valdymo elementų svarbą.
5. N5 ir N9 euristicos buvo apjungtos į vieną, nes kituose rinkiniuose A11, B8 euristicos neišskiria atskirų euristicų klaidų vengimui, atpažinimui bei taisymui.
6. N6, A6, A10, Z10 euristicose minimi atpažįstamumas ir informacijos matomumas. A4 euristika matomumo aspektą išplečia pridėdant informacijos grupavimą hierarchiniu būdu.
7. N7, A13, Z2, B6 euristicose minimas sistemos individualizavimas. Z5 euristika skatina praleisti nežaidžiamus ar dažnai pasikartojančius turinius, todėl užduotys atliekamos greičiau. A18, A19 euristicos kartu apima greitą sistemos reagavimą į naudotojo veiksmus ir greitą operavimą, ankstesnės būsenos atstatymą, kas glaudžiai susiję su N7 euristikoje minimu efektyvumu. B7 euristikoje nurodoma, kad techniniai papildytosios realybės apribojimai apsunkina atbulinio ryšio buvimą, o dėl to gali nukentėti ir programos efektyvumas.
8. N8, Z10, B2 euristicos išskiria, jog minimalistinis projektavimas daro programą lengviau interpretuojamą, mažinančią pažinimo apkrovą. A2 euristika atsižvelgia į N8 euristikoje minimą estetišką dizainą.

Pažymėtina, kad 8 lentelėje pateikiami duomenys patvirtina, kad jau egzistuojančių rinkinių lentelėje išrašytos euristicos didžiąja dalimi persidengia savo esme, nors jų formuluotės gali skirtis. Navigacijos asistento išmaniuosiuose telefonuose panaudojamumo euristicos yra konkretesnės, todėl jų yra daugiau nei kituose rinkiniuose. Norint sudaryti bendrą euristicų rinkinį abiem panaudojamumo atvejams, navigacijos asistento euristicos yra sutrauktos arba kitų rinkinių euristicos išskaidytos. Pasirinktas sutraukimo būdas, tačiau specifinės dalykinių

sričių gairės bus panaudotos kuriant klausimyną. Pastebėtina, jog naudotojų sąsajų video žaidimuose euristikos daugiau išsiskiria savo specifika (žr 1.5.5. poskyryje), tačiau ir jos siejasi su kitais rinkiniais pagal nagrinėjamus aspektus.

Poskyryje apjungtos panašios euristikos iš skirtingų rinkinių. Euristikas, kurios nebuvo paminėtos 8 lentelėje arba buvo pažymėtos žodžiu „daliniai“, reikia nagrinėti atskirai ir nuspręsti ar jos persidengia su kitais rinkiniais. Euristikos, kurios nepersidengia su jokiais kitais rinkiniais, įtrauktos į kitas euristikas arba, jei nėra nagrinėjami panašūs aspektai, kaip naujos euristikos.

2.1.2. Nepaminėtų euristikų identifikavimas

Euristikos sugretintos 8 lentelėje atitinka abu tiriamus programų tipus. Suprantama, kad šie tipai nėra identiški, todėl kitos euristikos bus vertinamos kiekvienam atvejui atskirai. Jei viename programos tipe jos bus reikšmingos, o kitame ne, kuriamas euristikų rinkinys turės išsišakojimą. Nagrinėjami euristikų rinkiniai gali ne pilnai padengti dalykinę sritį, todėl po kiekviena lentelė taip pat pridedami kriterijai aptarti kituose nagrinėtuose šaltiniuose. 2.1.1. poskyryje neminėtos navigacijos asistento euristikos pateikiamos 9 lentelėje.

9 lentelė. Neminėtos navigacijos asistento euristikos

Navigacijos asistento euristikos	Navigacijos asistentai	Žaidimai
A5. Multimodalumas	Tinka. Grafika, garsai arba kitokie informacijos suvokimo būdai pateikiami kartu su tekstine informacija. Kompiuterinių žaidimų euristikose nėra atskirai kalbama apie multimodalumą, bet yra minimi garsų ir vaizdo nustatymai, garsinių ir vaizdinių intarpų pertraukimas, todėl multimodalumas aktualus ir žaidimams. Vaizdinių ar garsinių elementų pateikimas padeda sumažinti teksto kiekį, todėl ši euristika sujungta su minimalistinio dizaino euristika.	
A8. Išmokstamumas	Tinka. Darbas skirtas išmaniems telefonams kuriamoms sistemoms, todėl išmokstamumas yra svarbus. PACMAD modelyje užsimenama apie išmokstamumą, nes naudotojai neišmokę naudotis programėle per vidutiniškai penkias minutes, ją ištrina. Dėl šių priežasčių abiejuose programų tipuose ši euristika svarbi. Sutampa su B4 euristika. Su papildytąja realybe daugelis naudotojų dar nėra susidūrę, todėl naudotojo sąsajos būtų lengvai išmokstamos. Išmokstamumas glaudžiai susijęs su intuityvumu, todėl šias euristikas derėtų apjungti.	
A17. Nedidelės fizinės pastangos	Tinka. Panaši į B3 euristiką. Abi euristikos akcentuoja nedideles fizines pastangas. Kadangi bendros papildytosios realybės euristikos turi šią euristiką, todėl ir žaidimuose ji yra aktuali. A17 euristika taip pat papildo, kad nedideles fizines pastangas pasiekti padeda minimalus žingsnių skaičius veiksmui atlikti. Žaidimuose tai taip pat svarbus aspektas, nes minimalus žingsnių skaičius yra susijęs su kompiuterinių žaidimų euristikose akcentuojamais greitaisiais klavišais veiksmams atlikti ir greita naudotojo įvestimi.	
A20. Kontekstas	Tinka. Žaidimams naudojamas ne papildytosios realybės žaidimų	

Navigacijos asistento euristikos	Navigacijos asistentai	Žaidimai
	euristikų rinkinys, o bendresnis, skirtas visiems žaidimams, todėl naudojimo konteksto jame numatyta nėra. Tačiau šiame darbe nagrinėjamos tik išmaniųjų telefonų naudotojo sąsajos. Kadangi PACMAD modelis turi konteksto euristiką, ji aktuali ir žaidimams.	
A22. Navigacija	Dalinai tinka. Išmanieji telefonai turi nedidelį ekraną, todėl visų įmanomų langų nuorodų vaizdavimas didesnėse programose nėra įmanomas (žr. 1.2.3. poskyrį). Tačiau navigacija plačiaja prasme reikalinga, kinta tik jos pritaikymas, todėl atmesti šios euristikos negalima. Vengiant rinkinio plėtimo, ji sujungiama su N3 euristika, kadangi navigacija gali būti laikoma ir naudotojo veiksmų laisve keisti programos langus.	

Multimodalumas ir išmokstamumas nesutampa su kitomis euristikomis rinkiniuose, tačiau sujungti su kitomis euristikomis, kurios buvo aptartos anksčiau, nes padengia panašius aspektus. Nedidelės fizinės pastangos taip pat yra aptariamoms ir bendrame papildytosios realybės panaudojamumo euristikų rinkinyje. Kontekstas nėra minimas kompiuteriniuose žaidimuose, bet yra taip pat svarbus, nes kyla iš 1.4. poskyryje aptartų aspektų.

Išmanieji telefonai turi mažus ekranus ir dėl to gali kilti sunkumų naudojantis trimatėmis naudotojo sąsajomis (žr. 1.2.3. poskyryje). Mobiliųjų įrenginių interneto ryšio nepatikimumas minimas 1.4. poskyryje. Nors programoms nebūtinai reikalingas interneto ryšys, bet dabartinėse programose jis naudojamas dažnai. Taip pat yra užsimenama ir apie skirtingas ekranų rezoliucijas, o 1.5.2. poskyryje minima atsitiktinės įvesties tikimybė, todėl kuriant klausimyną reikėtų atsižvelgti ir į šiuos aspektus, nors jie ir nebuvo atskirai paminėti lyginamose euristikose. 2.1.1. poskyryje neminėtos naudotojo sąsajų kompiuteriniuose žaidimuose euristikos pateikiamos 10 lentelėje.

10 lentelė. Neminėtos naudotojo sąsajų kompiuteriniuose žaidimuose euristikos

Naudotojo sąsajų kompiuteriniuose žaidimuose euristikos	Navigacijos asistentai	Žaidimai
Z3. Pateikti nuspėjami ir pagrįsti dirbtinio intelekto kontroliuojami veiksmai	Dalinai tinka. Euristiniu vertinimo būdu galima vertinti ne tik jau sukurtas programas, bet ir maketus, prototipus. Dirbtinio intelekto kontroliuojami veiksmai daugiau susiję su programos veikimu, o ne jo naudotojo sąsaja, todėl su šia euristika susiję trūkumai sunkiai aptinkami maketuose. Tačiau vertinant veikiančias programas, ji gali pravesti. Dėl šių priežasčių euristika nėra pridėjama kaip nauja, tačiau kuriant klausimus N5 ir N9 euristikoms, į ją bus atsižvelgta.	

Darbe kuriamas panaudojamumo euristikų rinkinys, kuris trūkumus randa ir ankstyvose projekto kūrimo etapuose, pavyzdžiui, programos maketuose. Maketuose nėra nurodomi dirbtinio intelekto kontroliuojami veiksmai, nes tokie maketai yra per daug sudėtingi. Nors su dirbtinio intelekto kontroliuojamais veiksmais susijusi euristika ir nėra įtraukiama į kuriamą

rinkinį, tačiau į ją reiktų atsižvelgti tolimesniuose projekto kūrimo etapuose. 2.1.1. poskyryje neminėtos bendros papildytosios realybės euristikos pateikiamos 11 lentelėje.

11 lentelė. Neminėtos bendros papildytosios realybės euristikos

Bendros PR euristikos	Navigacijos asistentai	Žaidimai
B2. Pažinimo apkrovos mažinimas	Tinka. Sutampa su PACMAD modelyje įtraukta M7 euristika. Išmaniųjų telefonų papildytosios realybės euristikų rinkinyje ji yra įtraukta, kadangi ir bendrame papildytosios realybės euristikų rinkinyje, ir PACMAD modelyje ji sutampa. Pagal 1.2.3. poskyrio dėstymą papildytosios realybės programų naudotojai juda besinaudodami programomis ir yra blaškomi aplinkos, todėl sudarinėjant klausimyną reiks atsižvelgti ir į judėjimo aspektą. Ši euristika glaudžiai susijusi su A20 euristika, todėl jos yra sujungiamos.	
B3. Nedidelės fizinės pastangos	Netinka. Sutampa su A17 (žr. 9 lentelę).	
B4. Išmokstamumas	Netinka. Sutampa su A8 (žr. 9 lentelę).	
B5. Pasitenkinimas	Netinka. Dalinai įeina į N8. Kuo daugiau programos yra skirtos veikloms, o ne užduotims atlikti, tuo svarbesnis yra šis kriterijus (žr. 1.5.7. poskyrį). Navigacijos asistentas paremtas užduotine sistema, todėl šis atributas atskirai nebus naudojamas naujame rinkinyje, bet kuriant klausimus N8 euristikai, bus atsižvelgiama ir į pasitenkinimą.	Tinka. Kompiuteriniuose žaidimuose naudotojai susigalvoja savo tikslus. Tampa svarbios ne užduotys, bet kaip jie jaučiasi jas atlikdami (žr. 1.5.5. poskyrį). Dalinai įeina į N8, todėl bus sujungta su šia euristika. Taip norima išvengti euristikų išsišakojimo ir dėl paprastumo. Pasitenkinimo klausimai pridedami prie N8 euristikos.

Pažinimo apkrovos mažinimas, nedidelis pastangų kiekis bus įtrauktas į euristikų rinkinį tinkantį ir navigacijos asistentams, ir žaidimams. Išmokstamumas glaudžiai susijęs su intuityvumu, todėl bus sujungtas su šia euristika. Pasitenkinimas svarbus kompiuteriniuose žaidimuose, bet taip pat yra minimas ir navigacijos asistentuose, todėl ši euristika bus sujungta ją su N8 euristika.

Papildytajai realybei dažnai svarbus yra užslėptos informacijos vizualizavimas ir jos interpretavimas (žr. 1.5.6. poskyryje). Kiti rinkiniai konkrečiai neišskiria užslėptos informacijos vizualizavimo, bet jis dalinai padengiamas matomumo euristikose. Nepaisant to sudarinėjant klausimyną svarbu atsižvelgti į užslėptos informacijos vizualizavimo ir suvokimo euristikas.

1.5.3. poskyryje minėtas papildytosios realybės objektų grupavimas, pozicionavimas, išskyrimo būdai, matomumas ir į juos bus atsižvelgta sudarinėjant klausimyną. 1.4. poskyryje yra minimas mobiliųjų įrenginių pajėgumas, patirties ir tikslumo poreikis, kurių nebuvimas gali didinti klaidos tikimybę arba sumažinti įvesties greitį. Šie aspektai padengiami N7, A18, Z6, B7 euristikose, bet tinka klausimynui sukonkretinti ir išplėsti.

2.2. Kontrolinis klausimynas

Sudarysime kontrolinį klausimyną naudotojo sąsajų vertinimui. Jis grindžiamas 2.1. poskyryje išskirtomis euristikomis ir literatūros apžvalgoje minėta dalykinių sričių specifika. Klausimai yra sudaromi iš literatūroje nagrinėtų euristikų, pavyzdžių ir rekomendacijų. Klausimai apibendrinami, kad tiktų abiemis tiriamiems programų tipams ir išvengti išsišakojimo rinkinyje.

Rinkinio euristikos ateina iš J. Nielsen euristikų su keliomis išimtimis. N5 ir N9 euristikos yra sujungiamos į vieną, nes kiti rinkiniai neišskiria atskirų euristikų klaidų vengimui, atpažinimui ir taisymui. N1 ir N6 euristikos dalinai persidengia su kitų rinkinių euristikomis ir yra pervadinamos į „reagavimas ir atbulinis ryšys“ bei „matomumas“, kad geriau atitiktų kitus rinkinius. Į rinkinį įtraukiamos euristikos „nedidelės fizinės pastangos“ ir „pažinimo aplinka bei aplinkos kontekstas“ iš navigacijos asistento ir bendro papildytosios realybės euristikų sąrašų. Iš bendro naudotojų sąsajų kompiuterinių žaidimų euristikų rinkinio naujos euristikos nėra įterpiamos, tačiau kontrolinis klausimynas sudarinėjamas taip, kad tiktų abiemis tiriamoms dalykinėms sritims vertinti. Prie klausimyno pateikiama 12 lentelė, nurodanti klausimų ryšį su nagrinėta literatūra, kurios pagrindu buvo sudaromi klausimai. „J“, „B“, „N“ ir „Ž“ stulpeliuose pažymėti klausimai, kurie buvo sudaryti iš nagrinėtų rinkinių. „K“ stulpelyje pažymėti klausimai, kurie sudaryti iš kitų nagrinėtos literatūros pavyzdžių ir rekomendacijų. Taip pat nurodomi poskyriai, kuriuose jie buvo nagrinėjami.

12 lentelė. Kontrolinis klausimynas

Klausimai	J ⁷	B ⁸	N ⁹	Ž ¹⁰	K ¹¹
1. Reagavimas ir atbulinis ryšys					
1.1. Ar programa suteikia greitą atsaką į naudotojo veiksmus?					
1.2. Ar pranešama apie vykdomo veiksmo pabaigą ir jo trukmę?					
1.3. Ar pranešama apie visus tuo metu sistemoje vykstančius veiksmus?					
1.4. Ar svarbiausia informacija yra visuomet rodoma ir išskiriama?					
1.5. Ar pateikta pakankamai informacijos įmanomų sprendimų priėmimui?					
2. Sistemos atitikimas realiai situacijai					
2.1. Ar naudojamos pažįstamos metaforos, piktogramos ir naudotojui pažįstama kalba?					
2.2. Ar programos funkcijos yra lengvai nuspėjamos tik pradėjus naudoti programą?					
2.3. Ar programa išmokstama naudoti greičiau nei per penkias minutes?					1.4.
2.4. Ar ilgą laiką nesinaudojus programa, ja nereikia mokytis naudoti iš naujo?					
3. Naudotojo veiksmų valdymas					
3.1. Ar egzistuoja būsenos atstatymo galimybė po nepageidaujamo veiksmo?					
3.2. Ar lengva išeiti arba grįžti į ankstesnes užduotis?					
3.3. Ar programa nuspėjamai reaguoja į naudotojo veiksmus?					
3.4. Ar galima laisvai vaikščioti po programos langus, kurie yra aktualūs toje situacijoje?					
4. Darna ir standartai					
4.1. Ar žodžiai, veiksmai ir situacijos yra vienprasmiai visoje programoje?					
4.2. Ar sąsajos nuoseklios savo išvaizda ir funkcionalumu?					
4.3. Ar įvesties erdvės suprantamai pažymėtos?					
4.4. Ar egzistuoja rekomenduojami ir pagal nutylėjimą priimami parametrai?					

⁷J. Nielsen euristicos.

⁸Bendros papildytosios realybės panaudojamumo euristicos.

⁹Navigacijos asistento panaudojamumo euristicos išmaniuose telefonuose.

¹⁰Naudotojo sąsajų video žaidimuose euristicos.

¹¹Kitos literatūros analizės metu nagrinėtos rekomendacijos, pavyzdžiai, scenarijai.

Lentelė nurodo klausimų ir nagrinėtų euristicų rinkinių ryšį. Klausimai eilutėse yra sudarytas iš rinkinių, kurie yra paryškintuose stulpeliuose.

Klausimai	J ⁷	B ⁸	N ⁹	Ž ¹⁰	K ¹¹
4.5. Ar naudojama įvestis, kuri yra dažnai pasitaikanti kitose tokio tipo programose?					
5. Klaidų valdymas					
5.1. Ar programos veikimo nesutrikdo pradingęs ar nepastovus interneto ryšys?					1.4.
5.2. Ar po padarytos klaidos yra lengvas būdas sugrįžti į ankstesnę būseną?					
5.3. Ar programa apsaugoja naudotoją nuo klaidų arba pranešama apie klaidingą veiksmą?					
5.4. Ar klaidų pranešimai pateikiami naudotojui suprantama kalba, tiksliai nurodoma jų kilmė ir siūlomas sprendimas?					
6. Matomumas					
6.1. Ar informacija prisitaiko prie įrenginio ergonominių parametrų (ekrano rezoliucijos, laikymo pozicijos, balanso ir kt.)?					1.4. 1.5.2. 1.5.6.
6.2. Ar visa tekstinė, grafinė informacija yra gerai matoma, šriftas įskaitomas?					1.5.3.
6.3. Ar yra galimybė filtruoti objektus? Ar filtravimo kriterijų pakanka?					1.5.3. 1.5.6.
6.4. Ar pateikiami vaizdai nekliudo naudotojo užduotims atlikti?					1.5.3. 1.5.6.
6.5. Ar suteikiama vaizdinė reprezentacija, kuri yra lengvai interpretuojama ir atpažįstama?					1.4. 1.5.6.
6.6. Ar papildytosios realybės objektai iškart išskiriami iš kitų sąsajos elementų?					1.5.3. 1.5.6.
6.7. Ar papildytosios realybės objektai atrodo realiai (judesio fizika, atstumo perteikimas)?					1.5.6.
7. Naudojimo lankstumas ir efektyvumas					
7.1. Ar programa veikia greitai su mažesnio pajėgumo įrenginiais?					1.4. 1.5.6.
7.2. Ar lengva rasti norimą funkcionalumą?					
7.3. Ar įvesties būdai yra pakankamai tikslūs ir nereikalauja patirties?					1.4.
7.4. Ar naudojant įvesties būdus lengva padaryti klaidą, nurodyti įvestį atsitiktinai?					1.4.
7.5. Ar programa turi sparčiąsias nuorodas į dažniausiai naudojamus veiksmus?					
7.6. Ar programos funkcijų parinktys, įvesties atvaizdžiai pritaikomi pagal naudotojų poreikius?					
7.7. Ar ankstesnė darbo būseną ir parinktys lieka nepakitę, jei operacijos pakartotino atlikimo tikimybė yra aukšta?					
7.8. Ar naudotojai gali praleisti nebūtiną programos turinį (tokį kaip animacijos ar kitokius interaktyvius					

Klausimai	J ⁷	B ⁸	N ⁹	Ž ¹⁰	K ¹¹
intarpus)?					
7.9. Ar nepraleidžiamas turinys netrukdo efektyviai naudotis programa?					
7.10. Ar integruoti skirtingi įvesties būdai, jei jie geriau tinka specifinei užduočiai atlikti?					
8. Estetiškas ir minimalistinis dizainas					
8.1. Ar naudojama grafinė, garso informacija kur ji gali papildyti tekstinę?					
8.2. Ar didesnis informacijos kiekis yra grupuojamas?					1.5.3.
8.3. Ar rodomos tik tuo metu reikalingos programos funkcijos ir informacija?					
8.4. Ar estetiškas dizainas ir valdymo veiksmai suteikia malonias patirtis?					
8.5. Ar sąsajų elementai aiškiai išskirti iš fono?					1.5.3.
9. Pagalba ir dokumentacija					
9.1. Ar programa pateikia konkrečią, glaustą dokumentaciją ir pagalbą?					
9.2. Ar pagalba yra lengvai surandama?					
9.3. Ar kai reikia naudojamos interaktyvios mokymo priemonės?					
9.4. Ar naudotojo sąsaja suteikia grafines užuominas?					
9.5. Ar papildytosios realybės objektams yra apibrėžtos naudotojui suprantamos vaizdavimo taisyklės (spalvos, vaizdavimo ribos, kt.)?					1.5.6.
10. Nedidelės fizinės pastangos					
10.1. Ar programoje nėra varginančių ar nereikalingų sąveikų?					
10.2. Ar programos naudojimui nėra reikalingas didelis pastangų kiekis (įtemptas dėmesys, reikalinga daug judesių, nuolatos ištiestos rankos)?					
10.3. Ar visos funkcijos pasiekiamos per penkis žingsnius?					1.4.
10.4. Ar papildytosios realybės vaizdas nesukelia silpnumo jausmo?					
11. Pažinimo apkrova ir aplinkos kontekstas					
11.1. Ar programą galima sustabdyti (angl. <i>pause</i>) bet kurioje jos naudojimo vietoje ir tęsti nepraradus duomenų ar parinkčių?					1.5.3.
11.2. Ar visas naudotojo dėmesys skiriamas atliekamai užduočiai?					
11.3. Ar programa lengva naudotis judant?					1.4.
11.4. Ar programa lengva naudotis atliekant kitas veiklas?					1.4.
11.5. Ar programa vienodai lengva naudotis skirtingose aplinkose?					1.4.
11.6. Ar programos funkcijų kiekis neblaško dėmesio?					

2.3. Euristikų rinkinio tikrinimas

Poskyryje tikrinamas sukurtas euristikų rinkinys, juo vertinant populiarias mobiliąsias papildytosios realybės aplikacijas su aukštu panaudojamumo lygiu iš kiekvienos nagrinėjamos dalykinės srities. Kadangi šiame darbo etape stengiamasi įvertinti sukurto rinkinio teisingumą, o ne jau ir taip geromis pripažintas, apdovanojimus pelniusias programas, tai vertinimas atliekamas pagal 1.3.4. poskyryje nurodytą trūkumų prioretizavimo lentelę nenurodant siūlomų taisymo variantų. Jei didžioji dalis klausimų neatras panaudojamumo trūkumų, tuomet naudotojų pripažinta gera programa ir pagal sukurtą rinkinį yra gera.

Navigacijos asistento programos tipui parinkta „Wikitude App“ programa, kuri yra skirta lankytinų vietų, įvykių ar veiklų, esančių netoli naudotojo, paieškai. Norint surasti lankytinas vietas, programoje įrašoma paieškos frazė arba pasirenkamas vienas iš siūlomų populiarių lankytinų objektų paieškos paslaugų tiekėjų, pavyzdžiui, „TripAdvisor“, „Wikipedia“. Papildytosios realybės lange rodomi visi šalia naudotojo esantys objektai, kurie yra pasiekiami per pasirinktą paslaugos tiekėją. Objektai taip pat randami naudojantis integruotu žemėlapiu. Prieduose Nr. 1–12 pateikiami programos ekrano vaizdai. Ši programa yra laimėjusi devynis apdovanojimus, tarp kurių yra ir su papildytąja realybe susijusių apdovanojimų, pavyzdžiui, „Best Augmented Reality App 2012“ (Android Apps, Magazine Year 2012), „Best AR Browser 2011“ (Augmented Planet, Readers Choice Year 2011), „Best AR Browser Award 2010“ (Augmented Planet, Readers Award Year 2011).

Žaidimų tipui pasirinktas papildytosios realybės žaidimas „Pokémon GO“, žaidžiamas realaus pasaulio erdvėje (angl. *location-based*). Šio žaidimo esmė – integruotame žemėlapyje esančių papildytosios realybės objektų paieška. Žaidime yra ir papildytosios realybės nereikalaujantis veikimo režimas. Prieduose Nr. 13–29 pateikiami programos ekrano vaizdai. Šis žaidimas yra laimėjęs kelis apdovanojimus, pavyzdžiui, „Innovation of the Year“ (Golden Joystick 2016), „Best Mobile/Handheld Game“ (The Game Awards 2016).

Atkreiptinas dėmesys, kad pasirinktos programos vertintos 2016 metų pabaigoje ir galėjo būti atnaujintos, dėl šios priežasties prieduose įkelti paveikslai gali neatitikti naujausių programų versijų. Euristikų rinkiniai skirti visai programai, o ne vienos atskiros dalies vertinimui, todėl poskyryje vertinamos ne vien papildytosios realybės sąsajos, bet ir paprastos sąsajos. Atliekant sukurto naudotojo sąsajų panaudojamumo tikrinimą, bus naudojami UniPad 13QD (žemo pajėgumo), LG Nexus 4 (vidutinio pajėgumo), One Plus 3 (didelio pajėgumo) įrenginiai.

2.3.1. Sukurto rinkinio euristikų tikrinimas

Sukurto rinkinio tikrinimas abiem nagrinėjamiems programų tipams nurodomas 13 lentelėje.

13 lentelė. Reagavimo ir atbulinio ryšio euristikos tikrinimas

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR ¹²	Žaidimas	TR ¹²
1. Reagavimas ir atbulinis ryšys				
1.1. Ar programa suteikia greitą atsaką į naudotojo veiksmus?	Beveik visi veiksmai duoda greitus atsakymus. Vienintelės vietos, kai naudotojas laukia yra bandymai surasti naudotojo buvimo vietą, kai pasirenkamas objektų paieškos paslaugos tiekėjas. Bet abiem atvejais naudotojui pranešama apie priimtą įvestį. 1 priede parodyta, kad programa atlieka užduotį.	0	Kiekvienas naudotojo paspaudimas ant naudotojo sąsajos elemento sulaukia atsako iš karto. Visi paspausti interaktyvūs elementai turi animacijas, kurios parodo sąveiką. Pavyzdžiui, 21 priede parodytos bangelės apie monstrą, kurios pasirodo, kai paspaudžiamas.	0
1.2. Ar pranešama apie vykdomo veiksmo pabaigą ir jo trukmę?	Veiksmo vykdymo pabaiga matoma, nes pradingta veiksmo vykdymo indikatorius. Veiksmo vykdymo trukmė nėra rodoma, tačiau tai nėra didelis trūkumas, nes veiksmai nėra vykdomi ilgai. Iš 1 priedo lango programa pereina į 2 priedo langą – matomas įvykdymo rezultatas.	2	Aišku, kada yra vykdomi veiksmai. 20 priede pateikiamas programos krovimo indikatorius praneša ne tik apie vykdomą veiksmą, bet ir numatomą jo trukmę.	0
1.3. Ar pranešama apie visus tuo metu sistemoje vykstančius veiksmus?	Naudotojui atrodo, kad vyksta tik vienas veiksmas vienu metu, todėl nėra būtinybės rodyti visų veiksmų informaciją.	0	Naudotojui atrodo, kad vyksta tik vienas veiksmas vienu metu, todėl nėra būtinybės rodyti visų veiksmų informaciją.	0
1.4. Ar svarbiausia informacija yra visuomet rodoma ir išskiriama?	Nėra rodomi objektai, kurie nepatenka į kameros filmavimo lauką. Galėtų būti indikatoriai pranešantys apie jų egzistavimą. 4 priede parodyti papildytosios realybės objektai, bet neaišku ar tokių pat objektų yra už naudotojo. 11 ir 12 prieduose klaidų pranešimai matomi, nes yra pateikiami per visą ekraną. 4 priede papildytos realybės objektai yra išskirti ryškiausiai ir užima didžiąją ekrano vietą.	2	23 priede papildytos realybės objektai yra matomi ne tik kai į juos yra žiūrima, bet taip pat pranešama apie jų buvimą ir kai nususukama nuo jų. 22 priedo rodyklės nurodo papildytosios realybės objekto buvimo kryptį. 23 priede klaidų pranešimai žymimi raudoname fone, o pagrindinė informacija yra ekrano viduryje.	0

¹²Trūkumo įvertis

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR ¹²	Žaidimas	TR ¹²
1.5. Ar pateikta pakankamai informacijos įmanomų sprendimų priėmimui?	Kiekvieno veiksmo klavišas turi informatyvų aprašymą su piktograma. Kiekvienam papildytosios realybės objektui suteikiama informacija. 4 priede parodyta, jog yra klavišai su tekstiniu paaiškinimu ir suprantama funkcionalumo piktograma. 5 priede matomas pasirinktų papildytos realybės objektų aprašymas.	0	Svarbūs sprendimai yra patvirtinti, tačiau informacija nėra lengvai suprantama, jei nežinomas kontekstas. 27 priede yra pateikiamas dialogo langas, kuriame reikia patvirtinti veiksmą, tačiau nėra akivaizdu kas įvyks po patvirtinimo.	2
2. Sistemos atitikimas realiai situacijai				
2.1. Ar naudojamos pažįstamos metaforos, piktogramos ir naudotojui pažįstama kalba?	Beveik visur naudojamos piktogramos ir identifikatoriai. Tekstas naudojamas tik pavadinimams, trumpiems jų aprašymams ir kitų naudotojo rašytiems atsiliepimams.	0	Didžioji dalis funkcionalumo yra gerai paaiškinta naudojantis įprastomis naudotojui žinomomis metaforomis. Pavyzdžiui, 16 priede naudojamos suprantamos pagalbos, nustatymų piktogramos, kuprinė simbolizuojanti inventorių.	0
2.2. Ar programos funkcijos yra lengvai nuspėjamos tik pradėjus naudoti programą?	Pirmą kartą naudojantis programa nėra iškart suprantama, kad kiekvienas objektų paieškos paslaugos tiekėjas suteiks skirtingus objektų rezultatus. Tačiau tai tampa aišku pamėginus kelis skirtingus tiekėjus. 4 priede rodomi tik tie objektai, kurie yra duomenų bazėje to tiekėjo, kurį pasirinkome 2 priedo arba 3 priedo lange.	1	Dalis informacijos suprantama tik žinant programos kontekstą. Pavyzdžiui, 27 priedo dialogo veiksmo pasekmė ne iki galo aiški naudotojui, kuris pirmą kartą naudojami šia programa.	2
2.3. Ar programa išmokstama naudoti greičiau nei per penkias minutes?	Taip, programa yra intuityvi. Joje nėra daug pasirinkimo galimybių, todėl jau po kelių vartotojo sąsajos pasirinkimo elementų būna aišku, kuri funkcija už kurį veiksmą yra atsakinga. Programa yra intuityvi.	0	Programa ir funkcijos yra didelės apimties. Išmokti atskiras programų dalis yra lengva, bet visoms reikia daugiau nei penkių minučių. Nepaisant to programos sudėtingumas yra palengvinamas, nes tam tikros funkcijos yra atidaromos tik daugiau pažengusiems ir su programa jau mokantiems naudoti naudotojams. 15 priede matomas pranešimas apie funkcionalumą, kuris dar pasiekiamas.	1

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR¹²	Žaidimas	TR¹²
2.4. Ar ilgą laiką nesinaudojus programa, ja nereikia mokytis naudotis iš naujo?	Programa yra pakankamai intuityvi, todėl ja galima lengvai naudotis ir įsijungus po ilgo laiko.	0	Kartą išmokus naudotis programa, jos funkcionalumas nėra pamirštamas.	0
3. Naudotojo veiksmų valdymas				
3.1. Ar egzistuoja būsenos atstatymo galimybė po nepageidaujamo veiksmo?	Kiekviename lange yra grįžimo atgal galimybė. 5 priede yra rodyklė atgal, taip pat „close“ lango uždarymo mygtukas.	0	Egzistuoja būsenos atstatymo galimybė tik tose srityse, kurios nėra tiesiogiai susijusios su žaidimo vyksmu. Su žaidimo vyksmu susijusios funkcijos neturi atstatymo galimybės dėl žaidimo specifikos.	0
3.2. Ar lengva išeiti arba grįžti į ankstesnes užduotis?	Yra net du grįžimo lygiai: grįžti į praeitą langą arba grįžti į objektų paieškos tiekėjų pasirinkimą. 5 priede matomos abi grįžimo galimybės.	0	Kiekvienas langas turi grįžimo atgal galimybę. 19 priede yra kryžiuokas lango uždarymui, 24 priede matomas mygtukas, kuriuo naudotojas gali grįžti į ankstesnį langą.	0
3.3. Ar programa nuspėjamai reaguoja į naudotojo veiksmus?	Iš pirmo karto neaišku kuo skiriasi grįžimo lygiai, tačiau po šių funkcijų išbandymų, viskas tampa aišku. Abi šios funkcijos vėliau tampa labai naudingos. 5 priede yra dvi grįžimo galimybės. Viena veda į pradinį programos langą, kita į papildytosios realybės su papildytos realybės objektais langą.	1	Priede Nr. 19 yra vietovės piktograma, kurią reikia pasukti naudojantis standartine lietimui jautrio ekrano įvestimi, tačiau nėra nurodoma, jog tą daryti reikia ir kas įvyks, jei tai bus padaryta. Visos kitos programos vietos nuspėjamai reaguoja į naudotojo veiksmus.	1
3.4. Ar galima laisvai vaikščioti po programos langus, kurie yra aktualūs toje situacijoje?	Programos languose galima vaikščioti laisvai net kai yra atliekamos operacijos. Nevisi langai yra pasiekiami tik iš pradinio lango, tačiau jis yra lengvai pasiekiamas ir navigacija po langus tampa paprasta. 3 priede pasiekiamas pagalbos meniu nėra pasiekiamas iš 4 priedo lango. Iš pradžių reikia grįžti į 2 priedo langą.	1	Iš pagrindinio programos lango 13 priede galima patekti į bet kurį kitą programos langą, kuriame yra toje situacijoje pasiekiamas funkcionalumas. Nevisi langai yra pasiekiami iš pradinio lango, tačiau jis yra lengvai pasiekiamas ir navigacija po langus tampa paprasta	1
4. Darna ir standartai				
4.1. Ar žodžiai, veiksmai ir situacijos yra vienprasmiai visoje programoje?	Taip. Piktogramos ir jų pavadinimai visuomet reiškia tą patį.	0	Taip. Piktogramos ir jų pavadinimai visuomet reiškia tą patį.	0

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR¹²	Žaidimas	TR¹²
4.2. Ar sąsajos nuoseklios savo išvaizda ir funkcionalumu?	Funkcionalumas nuoseklus visoje programoje. Nuosekliai naudojamos dviejų rūšių naudotojo sąsajos. Pradiniame meniu naudojamos nepermatomos naudotojo sąsajos (žr. priedą 5), vėliau, kai tampa svarbu matyti papildytosios realybės objektus – permatomos (žr. priedą 8).	1	Programoje naudojami mygtukai tokią pačią formą matoma 22 priede, klaidos rodomos tame pačiame priede matomu klaidos pranešimo stiliumi. Visa pagalba ir žaidimo istorija pateikiama 18 priede matomuose dialogų tipuose.	0
4.3. Ar įvesties erdvės supranta- mai pažymėtos?	Vienur mygtuko veiksmi zona yra visi spalviniai rėmeliai ir užrašas, kitur tik šalia užrašo esanti piktograma. 7 priede matomas „close“ mygtukas, kurio aktyvi zona yra visas permatomas plotas, o prie „TripAdvisor“ esančios rodyklės aktyvi zona yra tik pati piktograma.	2	Visos įvesčiai jautrios zonos yra mygtukų rėmai, jos yra intuityvios. Tačiau 19 priede pateikiama kitose programos vietose nenaudojama įvestis. Ekranu lange nėra aišku, jog apskritimą su nuotrauka reikia sukli. Tačiau po pirmos sėkmingos sąveikos su šia sąsaja sunkumų nebelieka.	1
4.4. Ar egzistuoja rekomen- duojami ir pagal nutylėjimą priimami parametrai?	Egzistuoja rekomenduojami dažniausiai pasirenkami paieškos objektų tiekėjai; Pagal nutylėjimą priimti atstumo filtravimo nustatymai. 2 priede pateikiami rekomenduojami paieškos objektų tiekėjai.	0	Programoje yra pagal nutylėjimą naudojami nustatymai. Paskutinės sesijos parametrai yra atstatomi vos įjungus programą.	0
4.5. Ar naudojama įvestis, kuri yra dažnai pasitaikanti kitose tokio tipo programose?	Naudojama lietimui jautri įvestis kaip ir dažniausiai naudojamuose išmaniųjų telefonų programose. Taip pat naudojamas įrenginio laikymo kampas, kuris yra populiarus navigacijos asistento sistemose.	0	21 priede pavaizduotas žemėlapių režimas, kuris naudojamas kaip ir bet kuris kitas žemėlapis panašiose programose. 22 priede pavaizduotas papildytos realybės režimas, kuriame programa naudojama lyg fotoaparatas išmaniajame telefone.	0
5. Klaidų valdymas				
5.1. Ar programos veikimo nesu- trikdo pradingęs ar nepa- stovus interneto ryšys?	Programos veikimui yra reikalingas interneto ryšys. Esant nepastoviam ryšiui klaidų nekeyla, nes duomenys bandomi siųsti iki kol yra atsiunčiami. Po to kai jau buvo užkrauti paieškos objektai ir žemėlapis, programa galima naudotis. Tačiau jei duomenys dar nebuvo	2	Reikalingas interneto ryšys. Jam dingus užblokuojami visi veiksmai. 28 priede pateikiamas pranešimas apie dingusį ryšį.	3

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR ¹²	Žaidimas	TR ¹²
	atsiųsti kyla klaidos: jei bandoma užėti į programą be interneto ryšio, 11 priede rodomas klaidos pranešimas, jei interneto ryšys nutrūksta, kai naudotojas jau yra programoje, duomenys tiesiog nėra siunčiami, bet jokio klaidos pranešimo nėra rodoma. Programa galėtų saugoti atsiųstus ankstesnių sesijų duomenis ir leisti naudotis programa be interneto.			
5.2. Ar po padarytos klaidos yra lengvas būdas sugrįžti į ankstesnę būseną?	Naudotojas klaidą įvesti gali tik paieškos ar pasirinkimo metu. Paieškos metu padarius klaidą, programa praneša, jog pagal tokius paieškos parametrus nebuvo nieko rasta.	0	Apie kiekvieną naudotojo ir sisteminę klaidą praneša iššokantis pranešimas rodomas 23 priede. Šis pranešimas dingsta, kai klaida išsprendžiama.	0
5.3. Ar programa apsaugoja naudotoją nuo klaidų arba pranešama apie klaidingą veiksmą?	Didžiąja dalimi programa apsaugo nuo klaidų. Klaidos pranešimų nėra tik tada, kai internetas pradingsta arba GPS pozicija pradingsta jau programos naudojimo metu, tačiau jos nėra naudotojo klaidos. 9 priede yra pateikiamas žemėlapių vaizdas, kai interneto ryšys yra nutrūkęs, žemėlapis nėra užkraunamas.	2	Programa apsaugo nuo klaidingų naudotojo veiksmų. Klaidos kyla tik tos, kurios yra susijusios su interneto ar GPS signalo ryšiu, tačiau jos nėra naudotojo klaidos.	0
5.4. Ar klaidų pranešimai pateikiami naudotojui suprantama kalba, tiksliai nurodoma klaidos kilmė ir siūlomas sprendimas?	Klaidos aprašymas pateikiamas naudotojui suprantama kalba, kai reikia, siūloma pakartoti klaidingą veiksmą. 10 priede pateikiamas pranešimas apie nerastą nei viena papildytos realybės objektą.	0	Visos klaidos nurodomos naudotojui suprantama kalba.	0
6. Matomumas				
6.1. Ar informacija prisitaiko prie įrenginio ergonominių parametrų (ekrano rezoliucijos, laikymo pozicijos, balanso, kt.)?	Visa informacija prisitaiko prie įrenginio ekrano dydžio, taip pat prisitaiko prie laikymo kampo, todėl tekstą lengva skaityti ir suprasti.	0	Programa naudojama tik vertikaloje mobiliojo įrenginio laikymo pozicijoje, tačiau daugumoje situacijų ši pozicija yra patogesnė už horizontalią, nes lengviau naudojama viena ranka.	1

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR¹²	Žaidimas	TR¹²
6.2. Ar visa tekstinė, grafinė informacija yra gerai matoma, šriftas įskaitomas?	Tose vietose, kur galėtų kilti informacijos matomumo klaida dėl persidengimo su kameros vaizdais, yra uždėtas fonas, kuriame informacija gerai matoma. 7 priede ir 4 priede yra grupuojami objektai, kurių grupavimas dingsta, jei atstumai pasidaro didesni.	0	Visa informacija yra gerai matoma.	0
6.3. Ar yra galimybė filtruoti objektus? Ar filtravimo kriterijų pakanka?	Yra galimybė filtruoti papildytosios realybės objektus pagal atstumą. Galėtų būti daugiau filtravimo kriterijų, pavyzdžiui, pagal objekto tipą: restoranas, viešbutis, lankytina vieta, t.t. 8 priede matomas objektų filtravimas pagal atstumą.	2	Papildytos realybės objektų filtruoti būtinybės nėra, nes jie matomi tik iš labai arti ir jų niekada nebūna daug. Objektai, kurių yra daug (monstrų kolekcijos), turi rūšiavimo pagal kelis parametrus galimybę, parodytą 29 priede.	0
6.4. Ar pateikiami vaizdai nekliudo naudotojo užduotims atlikti?	7 priede lango uždarymo mygtukas užstoja žemėlapiu tipo keitimo mygtuką, kuris tampa nebepaspaudžiamas.	4	Klaidų pranešimai kameros vaizde užstoja grįžimo atgal galimybę ir papildytos realybės režimo išjungimo funkciją. 23 priede nėra matomi mygtukai, kurie yra matomi 24 priede.	3
6.5. Ar suteikiama vaizdinė reprezentacija, kuri yra lengvai interpretuojama ir atpažįstama?	Papildytosios realybės objektai turi savo žymeklius, kurie nėra painiojami su kitais naudotojo sąsajos elementais. Kitose programose naudojamos gerai atpažįstamos piktogramos jų funkcionalumui perteikti. 3 priedo meniu yra lengvai interpretuojamos funkcijos pagal jų piktogramas.	0	Papildytos realybės objektai išsiskiria iš visų kitų programoje naudojamų objektų. Naudojamos piktogramos yra paprastos, lengvai įsimenamos, dalis jų dažnai naudojamos ir kitose programose, todėl yra lengvai interpretuojamos.	0
6.6. Ar papildytosios realybės objektai iškart išskiriami iš kitų sąsajos elementų?	Papildytos realybės objektai turi savo žymeklius, kurie nenaudojami niekur kitur programoje, todėl juos lengva atskirti. 4 priedo papildytosios realybės objektai žymimi baliono formos žymekliuose.	0	Papildytos realybės objektai vaizduojami kaip monstrai, juos atskirti yra lengva. 23 priede pateikiamas papildytos realybės ekrano vaizdas.	0

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR ¹²	Žaidimas	TR ¹²
6.7. Ar papildytosios realybės objektai atrodo realiai (judesio fizika, atstumo perteikimas)?	Papildytos realybės objektai vaizduojami visur vienodo dydžio, tačiau po jais parašomas realus atstumas iki jų. Objektai juda kartu su išmaniojo telefono judesiais, todėl sukuria tikroviško judėjimo pojūtį. 4 priede matomi papildytos realybės objektai, kuriuose nurodomas atstumas iki tikrų ieškomų objektų.	0	Kadangi papildytos realybės monstrai vaizduojami kaip monstrai, yra tikimasi, jog jie gali judėti. Tačiau įrenginio judinimas sukelia netikrovišką papildytosios realybės objektų judėjimą, pavyzdžiui, monstrai pradeda skraidyti, kai turėtų stovėti ant žemės. Šis trūkumas yra tik estetinis ir programos funkcionalumo nekeičia.	2
7. Naudojimo lankstumas ir efektyvumas				
7.1. Ar programa veikia greitai su mažesnio pajėgumo įrenginiais?	Programa veikia ir su silpnesniais įrenginiais (UniPad 13QD). Tuose įrenginiuose, kuriuose nėra kompasas, papildytosios realybės objektai atrodo visuomet esantys priešais, tačiau tai daugiau susiję su techniniais parametrais ir įrenginiais integruotais telefone nei žmogaus-kompiuterio sąveika.	1	Programai veikti reikalingas bent jau vidutinio pajėgumo įrenginys. Programa neveikė ant naudojamo UniPad 13QD įrenginio, bet puikiai veikė su LG Nexus 4 ir su OnePlus 3 įrenginiais. Taip pat įrenginiuose, kuriuose nėra kompasas papildytos realybės objektai atrodo mažiau realistiškai, nes visai nejuda erdvėje.	2
7.2. Ar lengva rasti norimą funkcionalumą?	Papildytos realybės objektų paieška yra pagrindiniame lange todėl ją rasti yra lengva. Filtravimo ir visų objektų peržiūros galimybės taip pat matomos iš pagrindinio naudojimo lango.	0	14 priede visi artimi objektai žemėlapyje yra ne tik pažymėti, tačiau yra ir jų sąrašas. 22 priede papildytos realybės objektams surasti yra rodyklės rodančios jų buvimo kryptimi. Visas likęs funkcionalumas surandamas paspaudus ant raudono kamuolio arba veikėjo portreto 21 priede.	0
7.3. Ar įvesties būdai yra pakankamai tikslūs ir nereikalauja patirties?	Įvesčiai naudojamas lietimui jautrus paviršius. Visais naudotojo sąsajos elementais naudotis reikia tiek pat patirties kiek ir naudotis pačiu išmaniuoju telefonu. Mygtukai yra gana dideli, todėl lengvai paspaudžiami. Taip pat naudojama mobiliojo įrenginio laikymo padėtis, kuri yra intuityvi ir mokymosi nereikalauja.	0	Įvesčiai naudojamas lietimui jautrus paviršius. Visais naudotojo sąsajos elementais naudotis reikia tiek pat patirties kiek ir naudotis pačiu išmaniuoju telefonu. Mygtukai yra dideli, todėl lengvai paspaudžiami. Naudojama mobiliojo įrenginio laikymo padėtis, kuri yra intuityvi ir mokymosi nereikalauja.	0

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR ¹²	Žaidimas	TR ¹²
7.4. Ar naudojant įvesties būdus lengva padaryti klaidą?	Klaidos tikimybė nėra aukšta, nes naudotojo sąsajos mygtukai yra gana dideli. 2 priede rekomenduojami tiekėjų pasirinkimai ir 5 priede ieškomų objektų sąrašas užima didelę dalį ekrano, todėl ant jo paspausti lengva net turint nedaug patirties naudojantis liečiamaisiais ekranais.	0	Naudotojo sąsajos elementai yra dideli, jais naudotis lengva, klaidų tikimybė yra žema net turint nedaug patirties naudojantis lietimui jautriais ekranais. 24 priede pateikiamas žaidimo vaizdas, kuriame naudojantis lietimui jautriu paviršiumi reikia raudoną kamuolį pataikyti į papildytos realybės objektą. Tą atlikti nėra lengva ir pataikymo tikimybė darosi žemesnė žaidimui progresuojant. Tačiau verta paminėti, jog tai nėra panaudojamumo klaida, o būdas žaidimą padaryti sunkesniu.	0
7.5. Ar programa turi sparčiąsias nuorodas į dažniausiai naudojamus veiksmus?	Visos funkcijos yra ir pasiekiamos per 1–3 žingsnius. Be to, tiekėjus galima įsidėti į pamėgtuosius, kad jie vėliau būtų pasiekiami vienu mygtuko paspaudimu.	0	Visos funkcijos yra pasiekiamos per 1–2 žingsnius iš pagrindinio programos lango. Be to, dažniausiai naudojamus objektus galima įsidėti į pamėgtųjų sąrašą, jie tampa paryškinti ir lengviau vizualiai surandami.	0
7.6. Ar programos funkcijų parinktys, įvesties atvaizdžiai pritaikomi pagal naudotojų poreikius?	Papildytos realybės objektų tiekėjai pasirenkami susiradus juos per paiešką arba iš rekomenduojamųjų sąrašo. 3 priede matomas individualus pamėgtų tiekėjų sąrašas.	0	Tam tikros programos funkcijos koreguojamos vizualiai, taip pat yra galimybė išjungti garsus, muzikos efektus, vibraciją ir kt. 17 priede pateikiami standartiniai žaidimuose koreguojami parametrai.	0
7.7. Ar ankstesnė darbo būseną ir parinktys lieka nepakitę, jei operacijos pakartotino atlikimo tikimybė yra aukšta?	Vieną kartą nustatytą atstumo filtrą, jis nėra pakeičiamas po programos išjungimo ar tiekėjo keitimo.	1	Vieną kartą parinkus naudojamą objektą, jis lieka parinktas, jei yra panaudojamas daugiau nei vieną kartą.	0
7.8. Ar naudotojai gali praleisti nebūtiną programos turinį (tokį kaip animacijos ar kiti interaktyvūs intarpai)?	Programoje nėra naudojamos animacijos ar kitoks nepraleidžiamas turinys.	0	Programoje visos animacijos sugrojamos greitai (per dalį sekundės), todėl nėra būtinybės jas praleidinėti. Kitoks nepraleidžiamas turinys nėra naudojamas.	1

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR¹²	Žaidimas	TR¹²
7.9. Ar nepraleidžiamas turinys netrukdo efektyviai naudotis programa?	Programoje nėra naudojamos animacijos ar kitoks nepraleidžiamas turinys.	0	Nors programoje nėra praleidžiamo interaktyvaus turinio, tačiau jis beveik nemaišo efektyviai naudotis programa, nes yra trumpas.	1
7.10. Ar integruoti skirtingi įvesties būdai, jei jie geriau tinka specifinei užduočiai atlikti?	Papildytosios realybės režime naudojama įvestis, kuri perduodama pagal įrenginio laikymo poziciją.	0	Nėra integruotų skirtingų įvesties būdų, tačiau integruotas įvesties būdas tinka visoms užduotims atlikti.	0
8. Estetiškas ir minimalistinis dizainas				
8.1. Ar naudojama grafinė, garso informacija kur ji gali papildyti tekstinę?	4 priede ir 5 priede pateikiamos nuorodos prie objektų, kuriems yra įkeltos nuotraukos. Kiekvienas pranešimas lygimas garso signalu padedančiu suprasti sistemos būseną.	0	Programoje daugybė garsinių ir grafinių efektų. 26 priede tekstinė informacija papildoma spalvinėmis reikšmėmis ir mažom piktogramomis, kad būtų lengviau interpretuojama.	0
8.2. Ar didesnis informacijos kiekis yra grupuojamas?	4 priede ir 7 priede matomas ieškomų objektų grupavimas. Grupuojant parodomas ir objektų skaičius.	0	Naudotojo sąsajos sukurtos taip, jog per didelio informacijos kiekio nebūtų. Kadangi programos funkcijų skaičius yra nemažas, todėl funkcijos grupuojamos atskiruose meniu punktuose.	0
8.3. Ar rodomos tik tuo metu reikalingos programos funkcijos ir informacija?	4 priede vaizde nėra rodoma kitų tiekėjų paieškos objektai, nėra bendro meniu mygtuko, kuris nėra reikalingas, jei jau yra pasirinktas tiekėjas.	0	23 priede yra rodomas tik vienas papildytos realybės objektas, kuris ir buvo pasirinktas, nors žemėlapyje 21 priede šių objektų yra daugiau. Nereikalingi objektai yra slepiami. Tuo metu nepanaudojamas funkcionalumas ir su juo susijusi informacija nėra matoma.	0
8.4. Ar estetiškas dizainas ir valdymo veiksmas suteikia malonias patirtis?	Valdymo veiksmas yra malonūs. Estetiškas dizainas paprastas, paremtas standartinėmis įrenginio naudotojo sąsajos spalvomis ir formomis, todėl prie jo lengva priprasti.	1	Valdymo veiksmas yra malonūs. Estetiškas dizainas atrodo gražiai, spalvingai. Langų įvairovė nenuobodi.	1

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR¹²	Žaidimas	TR¹²
8.5. Ar sąsajų elementai aiškiai išskirti iš fono?	Visi naudotojo sąsajų elementai yra išskirti iš fono. 4 priede matoma, kad papildytos realybės objektai yra baltame fone, todėl gerai matomi bet kokioje fono aplinkoje.	0	25 priede visi objektai, kurie galėtų susiliesti su fonu yra įreminami į baltas lenteles.	0
9. Pagalba ir dokumentacija				
9.1. Ar programa pateikia konkrečią, glaustą dokumentaciją ir pagalbą?	Pagalba pateikta glausta apie pagrindinį funkcionalumą. Detalesnei informacija pasiekama per naršyklę.	0	16 priede pateikiamas pagalbos meniu, kuriame per pora minučių supažindinama su didžiąja dalimi programos funkcijų. Detalesnė informacija prieinama per nustatymų meniu juostą.	0
9.2. Ar pagalba yra lengvai surandama?	Pagalba yra pasiekama dviem žingsniais. 3 priede matomas meniu, kuriame vaizduojamas pagalbos langas.	0	Pagalbos meniu yra surandamas per du žingsnius iš pagrindinio programos lango.	0
9.3. Ar kai reikia naudojamos interaktyvios mokymo priemonės?	Interaktyvių mokymo priemonių nėra.	2	Pirmą kartą naudojantis funkcionalumu pateikiami interaktyvus paaiškinimas. 23 priede pirmą kartą aptikus papildytosios realybės objektą nupiešiama rodyklė rodanti, kaip yra „sugaunamas“ šis objektas. 19 priede aptinkamas funkcionalumas, kuris nėra niekaip paaiškinamas ir nėra intuityvus iš pirmojo karto.	2
9.4. Ar naudotojo sąsaja suteikia grafines užuominas?	Naudotojo sąsaja naudotis lengva ir nesuprantant kalbos, nes piktogramos yra pakankamai aiškios, kad būtų suprastos.	0	25 priede ir 26 priede parodyta, jog naudotojo sąsaja yra paaiškinta ne tik tekstu, bet ir piktogramomis, kurios yra naudojamos visoje programoje, todėl nebūtina skaityti teksto.	0
9.5. Ar papildytosios realybės objektams yra apibrėžtos naudotojui suprantamos vaizdavimo taisyklės (spalvos, vaizdavimo ribos, kt.)?	4 priede pateikiami papildytosios realybės objektai savo spalva ir forma yra vienodi. Papildytosios realybės objektams nurodyti atstumai iki jų. Įsijungus žemėlapiu vaizdą matomas ir detalus vietovės fiziniame pasaulyje žemėlapis.	1	Papildytos realybės objektai suprantami iš pirmo žvilgsnio, todėl nėra būtinas jų papildomas paaiškinimas ir vaizdavimo taisyklių apibrėžimas..	0

Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR ¹²	Žaidimas	TR ¹²
10. Nedidelės fizinės pastangos				
10.1. Ar programoje nėra varginančių ar nereikalingų sąveikų?	Programa yra minimalistinio dizaino, todėl nėra varginančių ir nereikalingų naudotojo sąsajų.	0	Spalviniai deriniai yra ryškūs, įvairūs ir įdomūs. Naudojamos gražios animacijos ir sąveikos.	1
10.2. Ar programos naudojimui nėra reikalingas didelis pastangų kiekis (įtemptas dėmesys, reikalinga daug judesių, nuolatos ištiestos rankos)?	Norint naudotis programa papildytosios realybės režime, reikalinga įrenginį nukreipti norima kryptimi, tačiau išmanieji įrenginiai yra nedideli ir lengvi, todėl rankos pavargti neturėtų.	1	Naudojant 22 priede pateiktą papildytosios realybės režimą reikia įrenginį nukreipti norima kryptimi. Kadangi išmanieji telefonai yra maži ir lengvi, o ši funkcija naudojama tik dalyje programos, rankos pavargti neturėtų.	1
10.3. Ar visos funkcijos pasiekiamos per penkis žingsnius?	Visos funkcijos pasiekiamos per 3 žingsnius.	0	Visos funkcijos pasiekiamos per du žingsnius iš pagrindinio programos lango.	0
10.4. Ar papildytosios realybės vaizdas nesukelia silpnumo jausmo?	Papildytosios realybės objektai juda tikroviškai ir neiškreipia įprastinio vaizdo suvokimo, naudojamos primityvios formos, todėl nesukelia silpnumo jausmo.	0	Papildytosios realybės vaizdas nesukelia silpnumo jausmo.	0
11. Pažinimo apkrova ir aplinkos kontekstas				
11.1. Ar programą galima sustabdyti (angl. <i>pause</i>) bet kurioje jos naudojimo vietoje ir tęsti neprarus duomenų ar parinkčių?	Programa sustabdoma bet kurioje jos būsenoje, tačiau jos veikimas dėl to nėra sustabdomas. Nerastas scenarijus, kuriame programos naudojimosi nutraukimas galėtų sutrukdyti programos veiklai ar nereikalingai atkreipti žmogaus dėmesį.	0	Visose programos naudojimo vietose programa galima nustoti naudotis be pasekmių sutrukdyti programos veiklą ar nereikalingai atkreipti žmogaus dėmesį.	0
11.2. Ar visas naudotojo dėmesys skiriamas atliekamai užduočiai?	Naudotojo sąsajose nėra nereikalingų elementų ar animacijų, todėl dėmesio nieks neblaško.	0	Naudotojo sąsajose yra tik elementai, kurie reikalingi funkcijoms atlikti ir informacijai apie tą funkciją suteikti.	0
11.3. Ar programa lengva naudotis judant?	Programa lengva naudotis judant, papildytosios realybės režime matomas ir aplinkos vaizdas. Naudojantis programa žemėlapiu režime dėmesio poreikis yra didesnis, todėl naudotis	2	Programa lengva naudotis judant, tačiau tam tikrose programos būsenose ji reikalauja didelio dėmesio. 23 priede pateikiamas ekrano vaizdas, kuris reikalauja didelio	2

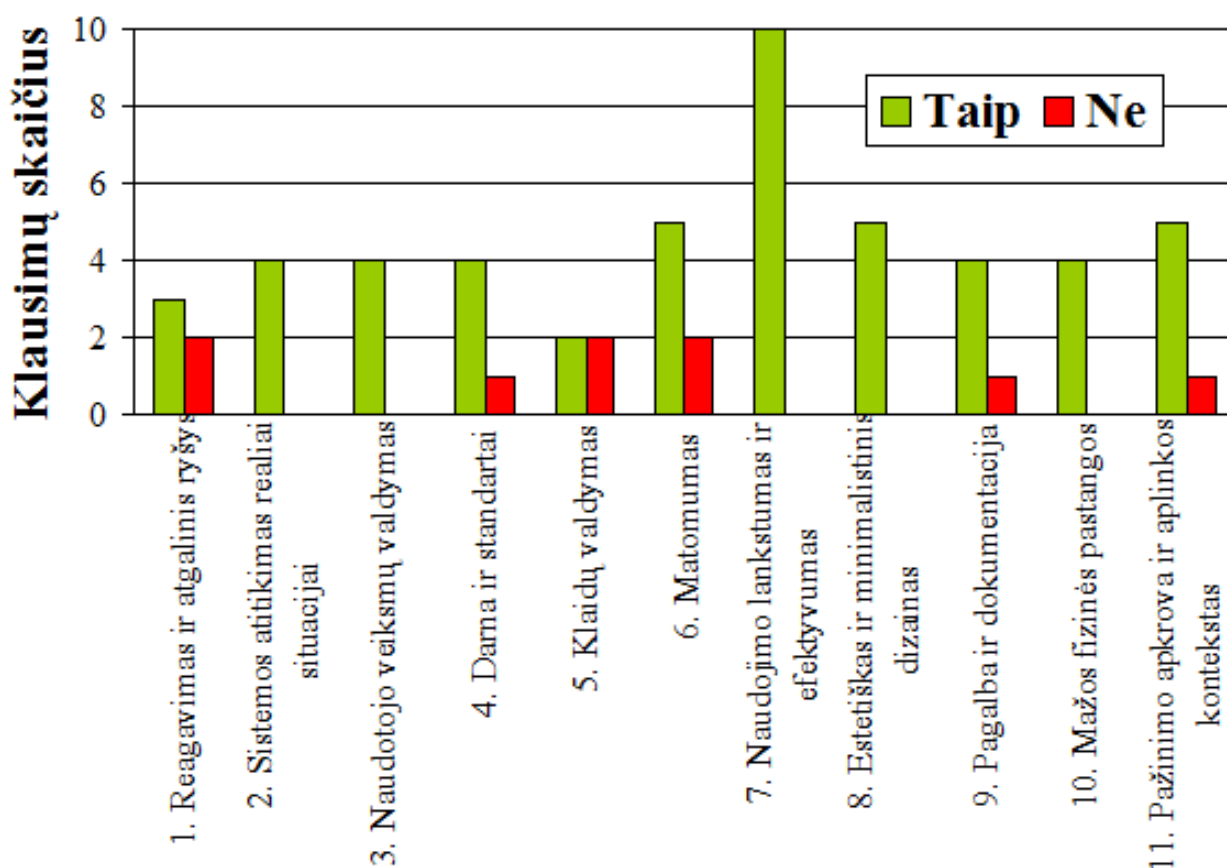
Euristikos klausimas	Navigacijos asistentas	TR¹²	Žaidimas	TR¹²
	reikia atkreipti daugiau dėmesio į aplinką.		dėmesio, nes raudoną rutulį reikia pataikyti į papildytos realybės objektą, kuris gali judėti, o tai gali reikalauti dėmesio.	
11.4.Ar programa lengva naudotis atliekant kitas veiklas?	Programa lengva naudotis laikant įrenginį viena ranka. Papildytosios realybės vaizde matoma ir aplinkos informacija, todėl naudojimasis tampa saugesnis.	0	Programa lengva naudotis laikant įrenginį viena ranka. Dėl programos specifikos „gaudyti monstrus ir kovoti“ yra tikimybė, jog ši veikla blaškys kitoms veikloms reikalingą dėmesį.	3
11.5.Ar programa vienodai lengva naudotis skirtingose aplinkose?	Programos naudojimas skirtingose aplinkose įtakos neturi.	0	Programa nederėtų naudotis aplinkose, kuriose reikalingas didesnis dėmesys.	2
11.6.Ar programos funkcijų kiekis neblaško dėmesio?	Programa turi nedidelį funkcionalumo kiekį, todėl dėmesio funkcijos neblaško.	0	Vienu metu programoje pateikiamas nedidelis funkcijų kiekis.	0

2.3.2. Programų vertinimo apibendrinimas

2.3.10.–2.3.11. poskyriuose atliktas gerų panaudojamumo atžvilgiu programų vertinimas, kuriuo siekiama patikrinti ar sukurtas euristicų rinkinys aptinka geras programas. Šiame poskyryje apibendrinamas tokių programų vertinimas. Laikysime, kad klausimai, kurie yra įvertinti 0–1 trūkumo įverčiu, yra tenkinami vertinamos programos, o klausimai, kurių trūkumo įvertis 2–4 – ne. Minimalus trūkumo įvertis pasirinktas kaip tenkinamos klausimo savybės įvertis, nes net geriausiose programose būna nedidelių klaidų.

Tikrinant Euristicų rinkinį populiaria papildytosios realybės navigacijos asistento programa „Wikitude“ buvo nustatyta, kad iš 59 klausimų 50 yra tenkinamų, o 9 klausimai netenkinami arba tenkinami tik iš dalies.

„Wikitude“ navigacijos asistento klausimų rezultatai pagal sukurtą rinkinį pateikiami 5 pav.



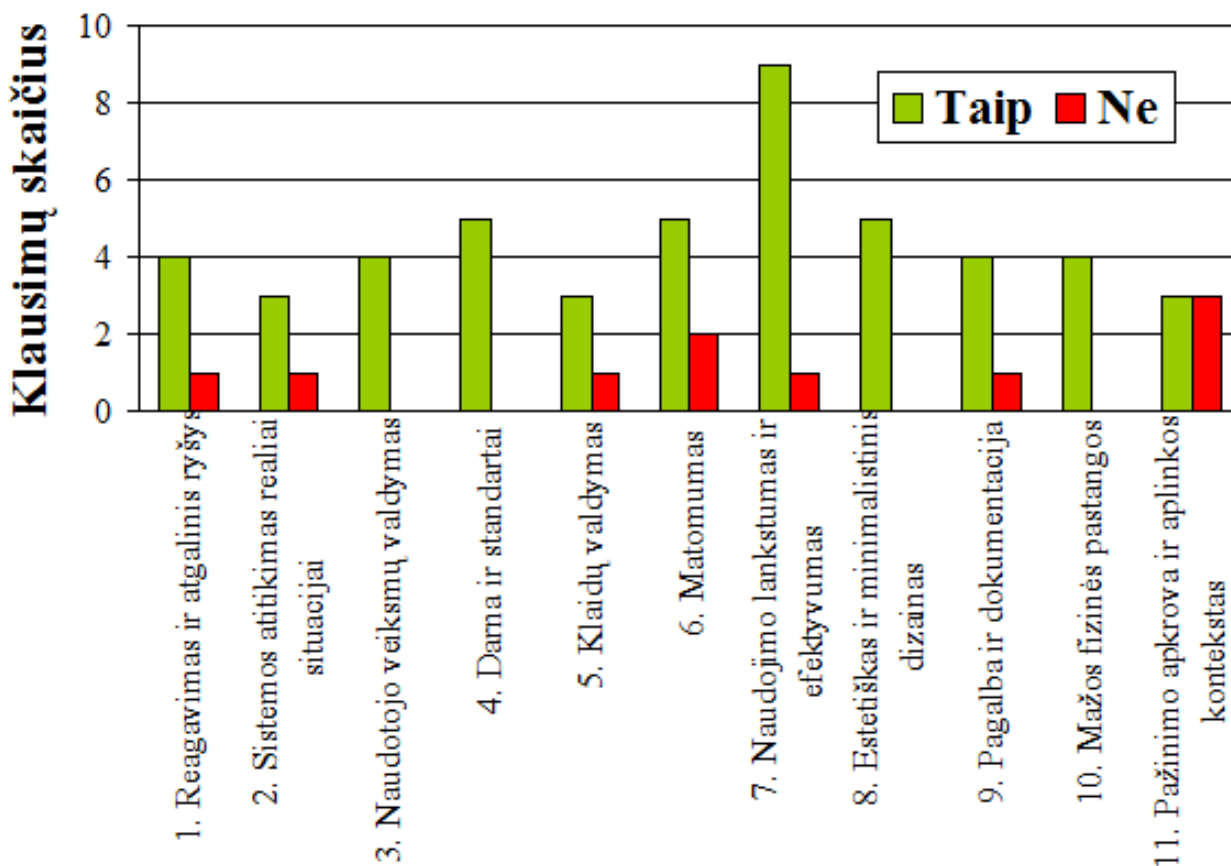
5 pav. Navigacijos asistento sistemos vertinimas naudojant sukurtą rinkinį

Tikrinant „Wikitude“ programą sukurtu rinkiniu buvo nustatyta, kad programoje nėra rodoma numatoma užduoties vykdymo trukmė, taip pat nerodoma ar papildytos realybės objektai yra už naudotojo. Naudojantis programa, iš pirmo žvilgsnio nėra aišku kuo skiriasi du egzistuojantys grįžimo funkcionalumai. Programoje įvesties zonos mygtukuose yra nenuoseklios ir klaidina naudotojus. Programos veikimui dalinai reikalingas interneto ryšys, be jo programa

veikia tik su jau užkrautais ir atsiųstais duomenimis. Lango uždarymo mygtukas užstoja ir žemėlapio tipo keitimo mygtuką, kuris tampa nebespaspaudžiamas.

Tikrinant euristikų rinkinį išmaniesiems telefonams skirtu papildytosios realybės žaidimu „Pokémon GO“ buvo nustatyta, kad iš 59 klausimų 49 yra tenkinami, o 10 klausimų netenkinami arba tenkinami tik iš dalies.

„Pokémon GO“ žaidimo klausimų rezultatai pagal sukurtą rinkinį pateikiami 6 pav.



6 pav. Žaidimo vertinimas naudojant sukurtą rinkinį

Tikrinant rinkinį „Pokémon GO“ programa buvo nustatyta, kad programoje svarbūs sprendimai yra patvirtinami, bet iš patvirtinimo dialogų nėra visiškai aišku, kokios yra šio veiksmo pasekmės. Ši programa yra didelės apimties, todėl išmokti ja naudotis gali užtrukti ilgiau nei penkias minutes, bet tai išsprendžiama funkcionalumą pristatant naudotojui palaipsniui. Programoje yra vietų, kuriose yra naudojama įvestis, kuri nėra naudojama niekur kitur programoje. Taip pat toje vietoje nėra paaiškinimo, kaip naudotis programos funkcionalumu, o įvestis nėra pakankamai intuityvi. Buvo nustatyta, kad programos naudojimui yra būtinas interneto ryšys, o ryšiui nutrūkus programos veikimas yra blokuojamas. Klaidų pranešimai gali užstoti kitų langų funkcionalumą. Programoje reikalaujamas didelis dėmesys, kuris gali trukdyti kitoms tuo metu atliekamoms veikloms, tačiau didelė dėmesio apkrova būdinga šio programų tipo savybė.

Klausimynas buvo tikrinamas pagal daug atsisuntimų turinčias programas, laimėjusias ne vieną apdovanojimą. Tai reiškia, jog jų panaudojamumas yra aukštas ir didžioji dalis savybių, minimų kontrolinio klausimyno klausimuose, yra tenkinama. Iš 5 ir 6 pav. pateiktų duomenų matyti, kad tenkinamų sukurto rinkinio klausimų skaičius yra didelis. Be to, 1.5.1. poskyryje minėta, jog papildytoji realybė atsiradusi sąlyginai neseniai ir šiuo metu nėra atliekama daug panaudojamumo tyrimų papildytosios realybės srityje, todėl net geriausios papildytosios realybės programos gali turėti panaudojamumo trūkumą. Pažymėtina, kad nors tikrinant rinkinį buvo tenkinamos ne visos savybės, bet tokių klausimų skaičius nebuvo didelis. Taigi naudotojų pripažinta gera programa ir pagal sukurtą rinkinį yra gera.

2.4. Programų vertinimas pagal euristikų rinkinį

Šiame poskyryje yra tikrinama, ar sukurtuoju rinkiniu randami panaudojamumo trūkumai nagrinėjamuose programų tipuose. Vertinimas atliekamas 1.3.3. poskyryje aprašytu euristiniu vertinimo būdu. Įprastai vertinimo rezultatas – naudotojo sąsajos trūkumų sąrašas pateiktas kartu su gairėmis kaip jų išvengti. Kadangi mūsų tikslas nėra pagerinti vertinamas programas, bet patikrinti ar kontrolinis klausimynas randa trūkumus. Dėl to trūkumų sąrašas papildomas dar ir klausimais, pagal kuriuos jie buvo rasti. Tokiu būdu matoma, kad trūkumus identifikuoja ne tik keli klausimai. Vėliau programose atrastų defektų prasmingumas analizuojamas: jei atrasti defektai reikšmingi vertinamoms programoms, tuomet sukurtasis euristikų rinkinys aptinka panaudojamumo trūkumus.

Navigacijos asistento tipui pasirinkta programa „AR GPS Navigation“, kuri skirta pėsčiųjų ir vairuotojų maršrutų bei kelionės tikslo paieškai. Ši programa veikia, kai papildytosios realybės lange rodomas maršrutas, kuriuo reikia keliauti. Ši programa taip pat veikia ir be papildytosios realybės režimo. Prieduose Nr. 30–48 pateikiami programos ekrano vaizdai.

Žaidimų tipui pasirinktas papildytosios realybės žaidimas „SpecTrek“, žaidžiamas realaus pasaulio erdvėje (angl. *location-based*). Jame ieškomi vaiduokliai papildytosios realybės erdvėje su integruotu žemėlapiu. Prieduose Nr. 49–66 pateikiami programos ekrano vaizdai.

Taip pat kaip ir 2.3. poskyryje, programos bus vertinamos naudojant UniPad 13QD (žemo pajėgumo), LG Nexus 4 (vidutinio pajėgumo), One Plus 3 (didelio pajėgumo) įrenginius.

2.4.1. Euristinis navigacijos asistento vertinimas

Atlikus euristinį panaudojamumo programos „AR GPS Navigation“ vertinimą buvo rasti trūkumai, nurodyti 14 lentelėje. Taip pat lentelėje yra pateikiamas ir trūkumo įvertis, siūlomas sprendimas bei klausimas, pagal kurį šis trūkumas buvo rastas.

14 lentelė. Euristinis navigacijos asistento vertinimas

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
Reagavimas ir atbulinis ryšys 1.1. Ar programa suteikia greitą atsaką į naudotojo veiksmus?	Papildytosios realybės režime nurodyto maršruto vaizdas atnaujinamas su dideliu užlaikymu, tačiau tai gali sukelti sunkumų tik važiuojant dideliu greičiu.	1	Jei įrenginys yra pakankamai greitas, padidinti atnaujinimų per sekundę kiekį. Silpnesniuose įrenginiuose rodyti, jog informacija yra atnaujinama. Jei atnaujinimų per sekundę skaičius nukrenta iki minimalios ribos, perjungti į žemėlapių režimą.
Reagavimas ir atbulinis ryšys 1.2. Ar pranešama apie vykdomo veiksmo pabaigą ir jo trukmę?	Pradinis maršruto skaičiavimas gali užtrukti ilgai, bet programa nenurodo, jog kažkoks veiksmas yra atliekamas (žr. priedą 46).	3	Kai atliekami skaičiavimai, kurie užrunka ilgiau nei sekundės dalį, įdėti indikatorių apie atliekamą darbą.
Reagavimas ir atbulinis ryšys 1.3. Ar pranešama apie visus tuo metu sistemoje vykstančius veiksmus?	Programoje nėra identifikuojamas maršruto perskaičiavimas, todėl atrodo, jog programa yra tiesiog pakibus.	3	Kai atliekami skaičiavimai, kurie užrunka ilgiau nei sekundės dalį, įdėti indikatorių apie atliekamą darbą.
Reagavimas ir atbulinis ryšys 1.5. Ar pateikta pakankamai informacijos įmanomų sprendimų priėmimui?	Tokio tipo programose paprastai yra pateikiamas ne vien greičiausias maršrutas, bet ir alternatyvūs maršrutai, informacija apie spūstis. Šioje programoje yra pateikiamas tik vienas maršrutas be jokios papildomos informacijos (žr. priedą 47).	2	Pateikti informaciją apie alternatyvius ir informaciją apie spūstis.
Estetiškas ir minimalistinis dizainas 8.5. Ar sąsajų elementai aiškiai išskirti iš fono? Matomumas 6.2. Ar visa tekstinė, grafinė informacija yra gerai matoma, šriftas įskaitomas?	Greitis, kompasas, maršruto žymės, atstumai gali blogai matytis papildytosios realybės fone (žr. priedą 48).	3	Papildytosios realybės objektus įreminti.
Sistemos atitikimas realiai situacijai 2.3. Ar programa išmokstama naudotis greičiau nei per penkias minutes?	Programoje nėra paaiškinimas mygtuko funkcionalumas (žr. priedą 46), todėl sąsaja išmokti naudotis gali užtrukti ilgiau.	2	Paaiškinti visus sąsajos elementus. Pridėti interaktyvią naudojimo pagalbą arba aprašyti kiekvieną elementą lengvai surandamoj vietoj.

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
<p>Sistemos atitikimas realiai situacijai 2.3. Ar programa išmokstama naudotis greičiau nei per penkias minutes?</p> <p>Pažinimo apkrova ir aplinkos kontekstas 11.6. Ar programos funkcijų kiekis neblaško dėmesio?</p>	<p>Visas programos funkcionalumas (žr. priedą 46) yra sudėtas į vieną langą, todėl naujam naudotojui naudotis išmokti yra sunkiau, nes turi per didelį pasirinkimą.</p>	2	<p>Palikti lange tik svarbiausią funkcionalumą, kitus iškelti į kitus langus. Naudoti funkcijų grupavimą, iššokančius pasirinkimo meniu.</p>
<p>Sistemos atitikimas realiai situacijai 2.1. Ar naudojamos pažįstamos metaforos, piktogramos ir naudotojui pažįstama kalba?</p>	<p>Piktogramų reikšmė suprantama tik išbandant su jomis susietą funkcionalumą. Pavyzdžiui, maršruto sudarymo mygtuko piktograma nėra pažįstama (žr. priedą 46).</p>	2	<p>Naudoti pažįstamas piktogramas arba pridėti tekstą prie mažiau pažįstamų piktogramų.</p>
<p>Sistemos atitikimas realiai situacijai 2.2. Ar programos funkcijos yra lengvai nuspėjamos tik pradėjus naudotis programa?</p>	<p>Funkcijos nėra suprantamos vos pradėjus naudotis programa. Pavyzdžiui, nėra aišku ką daro kelio spalvinimo piktograma arba mygtukas pažymėtas „HUD“ (žr. priedą 48).</p>	2	<p>Įdėti interaktyvią pagalbą arba visų funkcijų pagalbą lengvai pasiekiamoje vietoje.</p>
<p>Sistemos atitikimas realiai situacijai 2.2. Ar programos funkcijos yra lengvai nuspėjamos tik pradėjus naudotis programa?</p>	<p>Pradėjus vesti tikslo adresą kartais pradingsta visa anksčiau įvestų adresų istorija, ji atsiranda tik perkrovus programą (žr. priedą 30). Toks veikimas nėra nuspėjamas ir trukdo naudotis programa.</p>	2	<p>Anksčiau įvestų adresų istorija turėtų matytis visą laiką. Dabartinis tikslo adresas galėtų būti išskirtas iš istorijos, kad jos nereikėtų panaikinti.</p>
<p>Naudotojo veiksmų valdymas 3.3. Ar programa nuspėjamai reaguoja į naudotojo veiksmus?</p>	<p>Kartais programa netinkamai reaguoja į naudotojo veiksmus. Nors judėjimo kryptis ir kampas pasikeitė, tačiau maršruto informacija išliko sena (žr. priedus 31 ir 32).</p>	4	<p>Jei įrenginio kryptis ar greitis kinta (arba nustoja/pradedą veikti), tuomet atnaujinti informaciją arba bent jau rodyti, jog informacija bus perskaičiuota.</p>
<p>Darna ir standartai 4.2. Ar sąsajos nuoseklios savo išvaizda ir funkcionalumu?</p>	<p>Mygtukai programoje yra ne tik baltame arba raudoname fone esančios piktogramos, tačiau papildytosios realybės lange yra ir kitokiame fone esančių mygtukų, pavyzdžiui, garso įjungimo/išjungimo mygtukas, kurių stiliai nesutampa (žr. priedą 31).</p>	2	<p>Visus mygtukus naudoti vienodo vizualaus stiliaus.</p>

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
Darna ir standartai 4.2. Ar sąsajos nuoseklos savo išvaizda ir funkcionalumu?	Nustatymų lange visa naudotojo sąsaja yra kitokio stiliaus, nei likusioje programos dalyje (žr. priedą 33).	3	Nustatymų lange naudoti tokį patį stilių kaip ir likusioje programoje.
Darna ir standartai 4.2. Ar sąsajos nuoseklos savo išvaizda ir funkcionalumu?	Skirtinguose programos veikimo režimuose tą patį funkcionalumą turintys mygtukai yra skirtingose vietose (žr. priedus 47 ir 48).	3	Tą patį funkcionalumą turinčius mygtukus rodyti toje pačioje vietoje. Perkurti langų išdėstymą taip, kad mygtukų vietos visada būtų toje pačioje vietoje. Šiuo metu mygtukai išdėstyti visuose ekrano kraštuose.
Darna ir standartai 4.2. Ar sąsajos nuoseklos savo išvaizda ir funkcionalumu?	Klaidų pranešimai pateikiami skirtingai atrodančiuose pranešimų languose (žr. priedus 35 ir 36).	2	Naudoti standartinius operacinės sistemos langus.
Darna ir standartai 4.3. Ar įvesties erdvės suprantamai pažymėtos?	Nėra aišku, kur yra mygtukai, o kur yra tik informacija (žr. priedą 31). Žiūrint į priedą atrodo, jog viršuje esantys akumulatoriaus, GPS signalo, žmogaus silueto ir garsiakalbio piktogramos yra arba visi mygtukai arba visi – informacija, tačiau tik garsiakalbio piktograma yra mygtukas.	1	Išskirti mygtukus nuo kitų naudotojo sąsajų elementų.
Darna ir standartai 4.5. Ar naudojama įvestis, kuri yra dažnai pasitaikanti kitose tokio tipo programose? Klaidų valdymas 5.3. Ar programa apsaugoja naudotoją nuo klaidų arba pranešama apie klaidingą veiksmą? Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.3. Ar įvesties būdai yra pakankamai tikslūs ir nereikalauja patirties?	Nurodant tikslo adresą, nėra siūlomi panašių adresų variantai, todėl reikia žinoti tikslų adresą (žr. priedą 34).	4	Tikslui rasti naudoti paslaugas, kuriuos žinotų populiarių objektų adresus ir siūlyti jų adresus vedimo metu pagal panašiausius paieškos atitikmenis.

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
Klaidų valdymas 5.1. Ar programos veikimo nesutrikdo pradingęs ar nepastovus interneto ryšys?	Jei programa bandoma pradėti naudotis, kol interneto ryšys yra dingęs, rodomas klaidingas pranešimas apie dingusį GPS signalą, nors jis yra (žr. priedą 35).	2	Turėti skirtingus pranešimus apie Interneto ir GPS signalo dingimą.
Klaidų valdymas 5.1. Ar programos veikimo nesutrikdo pradingęs ar nepastovus interneto ryšys?	Jei ryšys dingsta jau naudojantis programa, tuomet maršrutai nėra atnaujinami ir nėra rodomas žemėlapių vaizdas (žr. priedą 37).	4	Leisti atsiųsti žemėlapių į mobilųjį įrenginį, kad internetui dingus, programa vis tiek veiktų.
Klaidų valdymas 5.1. Ar programos veikimo nesutrikdo pradingęs ar nepastovus interneto ryšys?	Nėra galimybės atsiųsti žemėlapių, o tokių programų naudojime interneto ryšio nebūna dažnai.	4	Leisti siųsti žemėlapių ar bent jau jo dalis.
Klaidų valdymas 5.3. Ar programa apsaugoja naudotoją nuo klaidų arba pranešama apie klaidingą veiksmą?	Programa nenurodo, jog buvo atlikta klaida, jei buvo neteisingai suvestos vietovės koordinatės, adresas ar gatvės pavadinimas (žr. priedą 34). Tikslas tiesiog nepasirodo sąrašė.	4	Pranešti apie neegzistuojantį tikslą dar įvesties metu.
Matomumas 6.1. Ar informacija prisitaiko prie įrenginio ergonominių parametrų (ekrano rezoliucijos, laikymo pozicijos, balanso, kt.)?	Programos vaizdas neprisitaiko prie įrenginio laikymo pozicijos, todėl jį laikyti pavyksta tik vienoje pozicijoje.	2	Programa turėtų prisitaikyti bent jau horizontaliose pozicijose.
Matomumas 6.1. Ar informacija prisitaiko prie įrenginio ergonominių parametrų (ekrano rezoliucijos, laikymo pozicijos, balanso, kt.)?	Įjungus tik naudotojo sąsajos vaizdavimo režimą be papildytosios realybės, vaizdas apsiverčia aukštyn kojomis (žr. priedą 38).	4	Šis programos funkcionalumas atrodo sunkiai panaudojamas. Vaizdo neapversti aukštyn kojomis.
Matomumas 6.3. Ar yra galimybė filtruoti objektus? Ar filtravimo kriterijų pakanka? Estetiškas ir minimalistinis dizainas 8.2. Ar didesnis informacijos kiekis yra grupuojamas?	Programoje yra dažnai lankomų tikslų filtravimas pagal jų kategoriją (bankomatai, degalinės ir kt.), tačiau vienos kategorijos režimuose filtravimas nėra įmanomas ir perpildo ekraną informacija (žr. priedą 39).	2	Leisti filtruoti objektus ir vienos grupės ribose. Jei objektų yra daug vienoje vietoje, jie vaizduojami kaip vienas objektas.

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
Matomumas 6.4. Ar pateikiami vaizdai nekliudo naudotojo užduotims atlikti?	Papildytoje realybėje rodomas maršrutas išeina už papildytosios realybės lango ribų ir užstoja žemėlapi, kuriame yra svarbi maršruto informacija (žr. priedą 47).	3	Papildytosios realybės vaizdas turėtų neužstoti žemėlapi vaizdo.
Matomumas 6.5. Ar suteikiama vaizdinė reprezentacija, kuri yra lengvai interpretuojama ir atpažįstama?	Papildytoje realybėje vaizduojamo maršruto informacija ne visada yra lengvai interpretuojama. Maršruto informacija persidengia ir tampa sunkiau interpretuojama (žr. priedus 48 ir 40).	2	Rodyti mažiau ateities posūkių tose situacijose, kai vaizdas gali persidengti.
Matomumas 6.7. Ar papildytosios realybės objektai atrodo realiai (judesio fizika, atstumo perteikimas)?	Papildytosios realybės maršrutas nesuteikia informacijos apie atstumą, todėl atstumas iki posūkio yra rodomas skaičiumi (žr. priedą 40).	1	Atstumas iki objekto galėtų būti žymimas, ne tik tekstu, bet ir papildytos realybės objekto permatomumu, spalva.
Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.1. Ar programa veikia greitai su mažesnio pajėgumo įrenginiais?	Papildytosios realybės režimas silpnesniuose įrenginiuose turi didelį uždelsimą, programa šiame režime tampa sunku naudotis.	2	Įrenginiuose, kuriuose ši savybė veikia blogai, palikti tik standartinę navigacijos versiją.
Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.3. Ar įvesties būdai yra pakankamai tikslūs ir nereikalauja patirties?	Įvesties būdai nereikalauja patirties, tačiau yra netikslūs. Tikslą nurodyti balsu pavyksta tik kartais ir tik angliškai, nors programos naudotojo sąsaja turi ir daugiau kalbos nustatymų.	3	Balso atpažinimas turėtų veikti visomis kalbomis, kurių sąsajos yra palaikomos.
Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.4. Ar naudojant įvesties būdus lengva padaryti klaidą?	Įvesties būdai reikalauja didelio tikslumo, todėl lengva padaryti klaidą. Pavyzdžiui, balsu įvesti adresą yra labai sunku.	2	Naudoti balso atpažinimo paslaugas, kurių efektyvumas yra didesnis, pavyzdžiui, „Google Speech API“.
Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.10. Ar integruoti skirtingi įvesties būdai, jei jie geriau tinka specifinei užduočiai atlikti?	Nėra balso komandų, kuriomis valdoma programa važiuojant automobiliu.	2	Balso komandomis valdyti ir kitam funkcionalumui, pavyzdžiui, maršruto perskaiciavimui, žemėlapi tipo pakeitimui.
Estetiškas ir minimalistinis dizainas 8.3. Ar rodomos tik tuo metu reikalingos programos funkcijos ir informacija?	Beveik visa informacija yra rodoma visu programos naudojimu metu. Paslepiami tik detalių posūkių informacija ir žemėlapi vaizdas.	3	Kai įjungtas žemėlapi arba papildytosios realybės vaizdas, paslėpti dalį funkcinių klavišų. Palikti tik tuos, kurių gali prireikti.

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
<p>Estetiškas ir minimalistinis dizainas 8.4. Ar estetiškas dizainas ir valdymo veiksmas suteikia malonias patirtis?</p> <p>Pažinimo apkrova ir aplinkos kontekstas 11.2. Ar visas naudotojo dėmesys skiriamas atliekamai užduočiai?</p>	<p>Grafinis dizainas yra perpildytas funkcijomis ir ryškiomis spalvomis (žr. priedus 45 ir 42), naudotojams gali suteikti nemalonias patirtis.</p>	2	<p>Sumažinti funkcijų lange kiekį. Ryškias spalvas naudoti tik dėmesio reikalaujantiems naudotojo veiksmams, pavyzdžiui, pranešti pavojų ar klaidas.</p>
<p>Pagalba ir dokumentacija 9.1. Ar programa pateikia konkrečią, glaustą dokumentaciją ir pagalbą?</p>	<p>Programoje yra pateikiama pagalba, bet ji paaiškina tik pagrindinį programos funkcionalumą (žr. priedą 43). Dalis programos funkcijų neturi jokių paaiškinimų.</p>	2	<p>Paaiškinti visas programos funkcijas lengvai surandamame pagalbos meniu arba interaktyviu būdu.</p>
<p>Pagalba ir dokumentacija 9.3. Ar kai reikia naudojamos interaktyvios mokymo priemonės?</p>	<p>Interaktyvios pagalbos priemonės nėra naudojamos.</p>	2	<p>Patekus į papildytosios realybės langą galėtų būti kokios nors užuominos į tai, ką reiškia pagrindiniai sąsajos elementai.</p>
<p>Nedidelės fizinės pastangos 10.1. Ar programoje nėra varginančių ar nereikalingų sąveikų?</p>	<p>Keliavimo tipas matomas visą laiką, nors jo pakeisti yra neįmanoma (žr. priedą 32). Tokia informacija yra nereikalinga ir gali varginti naudotoją.</p>	2	<p>Pašalinti tokią informaciją arba bent paslėpti.</p>
<p>Nedidelės fizinės pastangos 10.2. Ar programos naudojimui nėra reikalingas didelis pastangų kiekis (įtemptas dėmesys, reikalinga daug judesių, nuolatos ištiestos rankos)?</p>	<p>Papildytosios realybės vaizdas sunkiai suprantamas (žr. priedus 40 ir 44). Tai reikalauja papildomų pastangų, norint suprasti rodomą informaciją.</p>	1	<p>Posūkliai vaizduojami kaip dvi susikertančios linijos. Perdaryti jas taip, jog jų susikirtimo taškai niekad nesusilietų ir atrodytų aiškiai. Arba posūkliais naudoti aiškius paveikslukus.</p>
<p>Pažinimo apkrova ir aplinkos kontekstas 11.1. Ar programą galima sustabdyti (angl. <i>pause</i>) bet kurioje jos naudojimo vietoje ir tęsti nepraradus duomenų ar parinkčių?</p>	<p>Jei programa yra nustojama naudotis jos prieš tai tinkamai neišjungus, kartais maršrutas, buvimo vieta nėra atnaujinami, o tai gali suklaidinti naudotoją.</p>	3	<p>Paleidimo metu tikrinti interneto ir GPS signalus.</p>

Vertinant navigacijos asistento panaudojamumą buvo rasta, kad:

1. Programoje ilgai skaičiuojamas maršrutas, tačiau nėra nurodoma, jog vyksta kažkoks veiksmas, programos naudotojo sąsaja užblokuojama;
2. Tam tikri naudotojo sąsajos elementai blogai matomi fone;
3. Rodoma nepakankamai informacijos sprendimams priimti, nes nėra alternatyvių maršrutų, kurie paprastai būna kitokiose tokio tipo programose;
4. Ne visur naudojamos pažįstamos metaforos, todėl pradžioje nėra aiškus funkcionalumas;
5. Programa ne visada reaguoja nuspėjamai, nes nors judėjimo kryptis pasikeitė, bet vaizdas – ne. Judėjimais – pagrindinis naudotojo veiksmas tokio tipo programose;
6. Sąsajų išvaizda ir vieta nėra nuoseklios visoje programoje;
7. Nėra aiškios įvesties ribos, mygtukas gali būti supainiotas su kitu sąsajos elementu;
8. Nėra naudojami tokiose programose įprasti įvesties būdai: nepateikiami įvedamų adresų pasiūlymai, nėra taisomos rašybos klaidos;
9. Programa beveik neįmanoma naudotis, kai interneto ryšys yra dingęs: nėra atnaujinamas maršrutas ir žemėlapis;
10. Programa neapsaugo nuo klaidų, nes nėra automatinio adresų taisymo įvedimo metu;
11. Programoje yra klaidingų pranešimų;
12. Programos vaizdas neprisitaiko prie įrenginio laikymo kampo, o vienoje programos vietoje vaizdas apverčiamas aukštyn kojomis;
13. Vaizdai kliudo naudotojo užduotims atlikti, nes maršrutas užstoja dalį žemėlapio vaizdo;
14. Programa sunku naudotis silpnesniuose įrenginiuose;
15. Balso įvestis veikia tik anglų kalba, nors programoje yra daugiau kalbos parinkčių;
16. Balso įvestimi nurodomas tik adresas, tačiau negalima valdyti kitų veiksmų;
17. Ne visa informacija yra grupuojama;
18. Programoje rodomas beveik visas funkcionalumas, mygtukai spalvoti, o tai gali varginti;
19. Dalis programos funkcijų nėra paaiškinamos, nėra interaktyvų mokymo priemonių;
20. Yra tokių naudotojo sąsajų elementų, kurie yra rodomi visą laiką, bet nedaro jokios įtakos naudotojo veiksmams, todėl yra nereikalingi;
21. Papildytosios realybės objektų vaizdavimas sunkiai suprantamas, kai šie persidengia;
22. Po programos sustabdymo, dalis duomenų rodomi neteisingi;
23. Programoje yra per didelė pažinimo apkrova, nes pateikiama per daug funkcijų.

2.4.2. Euristinis žaidimo vertinimas

Atlikus euristinį panaudojamumo žaidimo „SpecTrek“ vertinimą rasti trūkumai, nurodyti 15 lentelėje, rodančioje trūkumo įvertį, siūlomą sprendimą bei klausimą, pagal kurį jis rastas.

15 lentelė. Euristinis žaidimo vertinimas

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
Reagavimas ir atbulinis ryšys 1.2. Ar pranešama apie vykdomo veiksmo pabaigą ir jo trukmę?	Programa praneša apie vykdomą veiksmą, bet nėra nurodoma planuojamo veiksmo trukmė (žr. priedą 56).	1	Įdėti bent apytikslį veiksmo trukmės įvertį.
Reagavimas ir atbulinis ryšys 1.4. Ar svarbiausia informacija yra visuomet rodoma ir išskiriama?	Kameros lange nėra matoma, jei papildytosios realybės objektai yra už nugaros, dėl to jų paieška tampa sunkesnė (žr. priedą 65).	1	Ekranu šonuose pridėti rodykles į pusę, kurioje yra papildytosios realybės objektas.
Reagavimas ir atbulinis ryšys 1.5. Ar pateikta pakankamai informacijos įmanomų sprendimų priėmimui?	Dalis žaidimo funkcionalumo nėra paaiškinama. Pavyzdžiui, nėra paaiškinta ką reiškia mygtukas su trimis piktogramomis (žr. priedą 58).	2	Pridėti interaktyvių funkcijų paaiškinimą. Svarbu šia funkcija paaiškinti prieš pirmą kartą pradėdant žaidimą.
Sistemos atitikimas realiai situacijai 2.2. Ar programos funkcijos yra lengvai nuspėjamos tik pradėjus naudoti programą?	Nėra nuspėjamas vieno mygtuko funkcionalumas (žr. priedą 58).	2	Pridėti interaktyvių funkcijų paaiškinimą. Svarbu šia funkcija paaiškinti prieš pirmą kartą pradėdant žaidimą.
Naudotojo veiksmų valdymas 3.1. Ar egzistuoja būsenos atstatymo galimybė po nepageidaujamo veiksmo?	Kartą priskyrus patirties taškus, jų vėliau perskirstyti nepavyks (žr. priedą 54).	0–2	Leisti perskirstyti taškus vėliau arba panaikinti minuso ženkluką. <i>Šis panaudojamumo trūkumas gali būti susijęs su kitais žaidimo kūrimo veiksniais, bet į jį derėtų atsižvelgti.</i>
Naudotojo veiksmų valdymas 3.1. Ar egzistuoja būsenos atstatymo galimybė po nepageidaujamo veiksmo?	Panaudojus „vaiduoklių nubaidymo“ funkcionalumą, atstatyti jų pradinės buvimo vietos nepavyks (žr. priedą 58).	1	Leisti atstatyti vaiduoklio buvimo vietą, jei ji pasidarė dar sunkiau prieinama.
Naudotojo veiksmų valdymas 3.1. Ar egzistuoja būsenos atstatymo galimybė po nepageidaujamo veiksmo?	Žaidimo metu galima vaikščioti po kitus langus ir turėti galimybę tęsti žaidimą toliau, tačiau išjungus programą visas progresas prarandamas. Kadangi žaidimo sesijos gali siekti aštuonias valandas, toks scenarijus yra tikėtinas.	3	Žaidimo sesiją išsaugoti ir žaidimą išjungus.

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
Naudotojo veiksmų valdymas 3.1. Ar egzistuoja būsenos atstatymo galimybė po nepageidaujamo veiksmo? Darna ir standartai 4.4. Ar egzistuoja rekomenduojami ir pagal nutylėjimą priimami parametrai?	Programos nustatymuose iš pradžių yra priskirti rekomenduojami nustatymai. Nėra galimybės gražinti rekomenduojamų nustatymų po to, kai jie buvo pakeisti (žr. priedą 53).	1	Įdėti mygtuką, kuris atstatytų standartinius nustatymus.
Naudotojo veiksmų valdymas 3.3. Ar programa nuspėjamai reaguoja į naudotojo veiksmus?	Buvimo vieta žemėlapyje dažnai vaizduojama neteisingoje vietoje (nors kitos GPS signalu paremtos programos rodo teisingai) (žr. priedą 64).	3	Sutvarkyti techninį funkcionalumo įgyvendinimą.
Darna ir standartai 4.1. Ar žodžiai, veiksmai ir situacijos yra vienprasmiai visoje programoje?	Vienodai atrodantis nustatymų mygtukas turi skirtingas paskirtis (žr. priedus X ir X).	1	Naudoti skirtingas piktogramas.
Darna ir standartai 4.2. Ar sąsajos nuoseklios savo išvaizda ir funkcionalumu?	Naudojamos tamsios spalvos, vienoda mygtukų forma (žr. priedą 50). Sąsajos elementai skiriasi žemėlapio ir papildytosios realybės languose, bet tarpusavyje jie yra nuoseklūs (žr. priedus 50 ir 58).	2	Naudoti tik vieną stilių per visą programą, o ne du.
Darna ir standartai 4.2. Ar sąsajos nuoseklios savo išvaizda ir funkcionalumu?	Nustatymų mygtukai turi kitokį stilių nei visi kiti mygtukai (žr. priedą 51).	2	Suvienodinti mygtukų stilių su kitais mygtukais.
Darna ir standartai 4.5. Ar naudojama įvestis, kuri yra dažnai pasitaikanti kitose tokio tipo programose?	Žemėlapyje nėra žemėlapio priartinimo funkcionalumo du kartus priličiant norimą priartinti vietą ir žemėlapio apsikimo galimybes.	2	Įdėti žemėlapio priartinimo ir sukinėjimo funkcionalumą.
Klaidų valdymas 5.3. Ar programa apsaugoja naudotoją nuo klaidų arba pranešama apie klaidingą veiksmą?	Programos nustatymuose įvedamos bet kokios reikšmės (žr. priedą 55).	2	Riboti reikšmių įvedimą tik leistinų reikšmių režiuose.
Klaidų valdymas 5.3. Ar programa apsaugoja naudotoją nuo klaidų arba pranešama apie klaidingą veiksmą?	GPS signalui dingus žemėlapio vaizdo pakeisti (priartinti, paslinkti) nėra įmanoma	3	Net jei signalas dingsta, leisti naudotojui atlikti tam tikras užduotis, pavyzdžiui, išeiti į pradinį meniu.

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR¹²	Siūlomas sprendimas
Klaidų valdymas 5.3. Ar programa apsaugoja naudotoją nuo klaidų arba pranešama apie klaidingą veiksmą?	Programa nepraneša apie dingusį interneto arba GPS ryšį (žr. priedą 59).	2	GPS signalui dingus, pranešti apie klaidą standartiniu klaidos pranešimu.
Matomumas 6.1. Ar informacija prisitaiko prie įrenginio ergonominių parametrų (ekrano rezoliucijos, laikymo pozicijos, balanso, kt.)?	Programos vaizdas neprisitaiko prie įrenginio laikymo pozicijos, todėl jį laikyti patogiu tik vienoje pozicijoje.	1	Programa turėtų prisitaikyti bent jau horizontaliose pozicijose.
Matomumas 6.2. Ar visa tekstinė, grafinė informacija yra gerai matoma, šriftas įskaitomas? Matomumas 6.5. Ar suteikiama vaizdinė reprezentacija, kuri yra lengvai interpretuojama?	Papildytos realybės objektai šviesioje erdvėje sunkiai matomi (žr. priedą 63).	2	Papildytosios realybės objektus įrėminti, vaizduoti mažiau permatomus arba tamsesnius.
Matomumas 6.7. Ar papildytosios realybės objektai atrodo realiai (judesio fizika, atstumo perteikimas)?	Papildytosios realybės objektų judėjimas kartais trūkinėja, jie juda netolygiai su aplinkos vaizdu, todėl jų sklaidymas atrodo netikroviškas.	2	Papildytosios realybės objektų judėjimą padaryti mažiau jautrų įrenginio drebbėjimams.
Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.1. Ar programa veikia greitai su mažesnio pajėgumo įrenginiais?	Kameros vaizdas silpnesniuose įrenginiuose turi didesnę uždelsimą, tačiau programa naudotis įmanoma ir su prastu įrenginiu.	1	Mažinti kameros raiška silpnuose įrenginiuose. Galbūt uždelsimas bus mažesnis.
Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.2. Ar lengva rasti norimą funkcionalumą?	Yra du mygtukai, kurie atrodo vienodai, bet jų funkcijos yra skirtingos, todėl jų funkcionalumo radimas painus (žr. priedus 49 ir 51).	2	Naudoti skirtingas mygtuko piktogramas.
Naudojimo lankstumas ir efektyvumas 7.5. Ar programa turi sparčiasis nuorodas į dažniausiai naudojamus veiksmus?	Programoje nėra sparčiųjų nuorodų. Nors programa yra pakankamai maža, bet ne visi langai pasiekiami iš kitų langų. Pavyzdžiui, statistikos langas.	1	Turėti vieną bendrą papildomo funkcionalumo mygtuką, kuris vestų į tas pačias funkcijas iš visų langų, o ne kelis skirtingus.

Pažeista euristika ir euristikos klausimas	Trūkumo aprašymas	TR ¹²	Siūlomas sprendimas
Estetiškas ir minimalistinis dizainas 8.1. Ar naudojama grafinė, garso informacija kur ji gali papildyti tekstinę?	Daugiausiai naudojama grafinė informacija. Garso informacija beveik nenaudojama, yra tik porą garsų.	2	Žaidime garso informacija ypač svarbi norint sukurti atmosferą. Kiekvienas mygtuko paspaudimas ar dirbtinio intelekto veiksmas turėtų skleisti garsą.
Estetiškas ir minimalistinis dizainas 8.4. Ar estetiškas dizainas ir valdymo veiksmai suteikia malonias patirtis?	Programos meniu naudojamos spalvos sukuria tamsią atmosferą, o žemėlapis naudojamas šviesių spalvų (žr. priedus 49 ir 58). Toks stilių skirtumas gadina estetinį vaizdą.	1	Programoje naudoti vieną stilių.
Pagalba ir dokumentacija 9.3. Ar kai reikia naudojamos interaktyvios mokymo priemonės?	Interaktyvios pagalbos priemonės nėra naudojamos.	2	Patekus į papildytosios realybės langą galėtų būti paaiškinami sąsajos elementai. Žaidime tai svarbiau nei kito pobūdžio programose.
Pagalba ir dokumentacija 9.4. Ar naudotojo sąsaja suteikia grafines užuominas?	Tik viename lange mygtukai yra papildomi grafine informacija (žr. priedą 51).	1	Papildyti mygtukus grafine informacija visuose languose.
Nedidelės fizinės pastangos 10.2. Ar programos naudojimui nėra reikalingas didelis pastangų kiekis (įtemptas dėmesys, reikalinga daug judesių, nuolatos ištiestos rankos)?	Toli esantys papildytosios realybės objektai beveik nematomi. Tai reikalauja papildomų pastangų.	1	Tolimi papildytosios realybės objektai galėtų būti įrėminti arba ryškesnės spalvos.
Pažinimo apkrova ir aplinkos kontekstas 11.4. Ar programa lengva naudotis atliekant kitas veiklas?	Programos naudojimui reikalingos dvi rankos, todėl kitų veiklų darymas yra nepatartinas.	2	Kitas veiklas būtų atlikti lengviau, jei programa veiktų ir vertikalioje įrenginio pozicijoje.
Pažinimo apkrova ir aplinkos kontekstas 11.5. Ar programa vienodai lengva naudotis skirtingose aplinkose?	Programoje nėra nustatymų skirtų prisitaikyti prie aplinkos apšvietimo, todėl šviesiose erdvėse papildytosios realybės objektai gali sunkiai matytis (žr. priedą 63).	3	Šviesiose erdvėse papildytosios realybės objektus vaizduoti ryškesnius arba patamsinti kameros vaizdą.

Vertinant žaidimo panaudojamumą buvo rasta, kad:

1. Programa praneša apie vykdomus veiksmus, bet nenurodo jų planuojamos trukmės;
2. Svarbiausia informacija rodoma tik dalinai, nes nėra indikatorius rodančio, kad papildytosios realybės objektai yra už nugaros. Dėl to jų paieška tampa sunkesnė;
3. Vienas mygtukas turi nenuspėjamą funkcionalumą;
4. Naudotojo buvimo vieta žemėlapyje kartais yra vaizduojama neteisingai;
5. Nėra būsenos atstatymo galimybių po programos išjungimo. Kadangi programos sesijos labai ilgos (iki aštuonių valandų), todėl tai didelis trūkumas;
6. Patirties taškų ir vaiduoklių išgaudinimo funkcionalumas nėra atšaukiamas, todėl laikomas kaip panaudojamumo trūkumas, tačiau šie sprendimai taip pat susiję ir su kitais žaidimo kūrimo veiksniais ir nebūtinai laikomi kaip panaudojamumo trūkumais;
7. Vienodai atrodantis mygtukas turi skirtingas paskirtis. Taip pat šio mygtuko išvaizda neatitinka kitų mygtukų;
8. Yra naudojami du skirtingi stiliai, todėl sąveika atrodo nepatraukliai;
9. Nėra žemėlapių valdymo įvesties, kuri naudojama žemėlapi turinčiose programose;
10. Programa neapsaugo nuo neteisingai įvestų reikšmių: į teksto laukus, skirtus tik skaičiams, galima įvesti ir raides;
11. Programa nepraneša apie pradingusį GPS signalą, o kai jis pradingęs – programos valdymas yra užblokuotas, todėl programa atrodo užstrigusi;
12. Programos vaizdas neprisitaiko prie įrenginio laikymo kampo;
13. Papildytosios realybės objektai juda trūkinėdami, o šviesioje aplinkoje yra blogai matomi;
14. Norimą funkcionalumą yra sunku rasti, nes du skirtingi mygtukai atrodo taip pačiai;
15. Nors programa naudotis įmanoma ir silpnėsiuose įrenginiuose, tačiau kameros vaizdas juose turi didelį uždelimą;
16. Programoje beveik nėra garsų, kurie galėtų papildyti vaizdo informaciją;
17. Estetinis dizainas perteikia žaidimo atmosferą tik dalinai, nes dalyje langų tamsios spalvos pakeičiamos šviesiomis;
18. Viename lange mygtukai yra papildyti piktogramomis, kitur – tik tekstinė informacija.
19. Nėra naudojamos interaktyvios mokymo priemonės;
20. Toli esantys papildytosios realybės objektai yra beveik nematomi, o tai reikalauja didelių pastangų ir dėmesio norint juos aptikti;
21. Programa sunku naudotis atliekant kitus veiksmus, jos naudojimui reikalingos abi rankos;
22. Programoje nėra nustatymų skirtų prisitaikyti prie aplinkos apšvietimo, todėl šviesioje erdvėje blogai matomos naudotojo sąsajos.

2.4.3. Programų vertinimo apibendrinimas

Atsižvelgiant į 2.4.1.–2.4.2. poskyriuose atliktą programų vertinimą, kuriuo siekiama patikrinti ar sukurtas euristikų rinkinys aptinka panaudojamumo trūkumus, šiame poskyryje apibendrinamas šių programų vertinimas. Laikysime, kad klausimai, kurie yra įvertinti 0–1 trūkumo įverčiu, yra tenkinami vertinamos programos, o klausimai, kurių trūkumo įvertis 2–4 – ne. Minimalus trūkumo įvertis pasirinktas kaip tenkinamos klausimo savybės įvertis, nes net geriausiose programose būna nedidelių klaidų.

Vertinant programą „AR GPS Navigation“ euristikų rinkiniu buvo gauta, jog 25 klausimai yra tenkinami, o 34 klausimai – ne. Vertinant žaidimą „SpecTrek“ buvo gauta, jog 34 klausimai yra tenkinami, o 25 – ne.

Rasti panaudojamumo trūkumai buvo vertinami 1–4 balų skalėje pagal jų poveikį programos panaudojamumui. 16 lentelėje pavaizduota kiek panaudojamumo trūkumų buvo rasta kiekvienoje programoje.

16 lentelė. Rasti panaudojamumo trūkumai

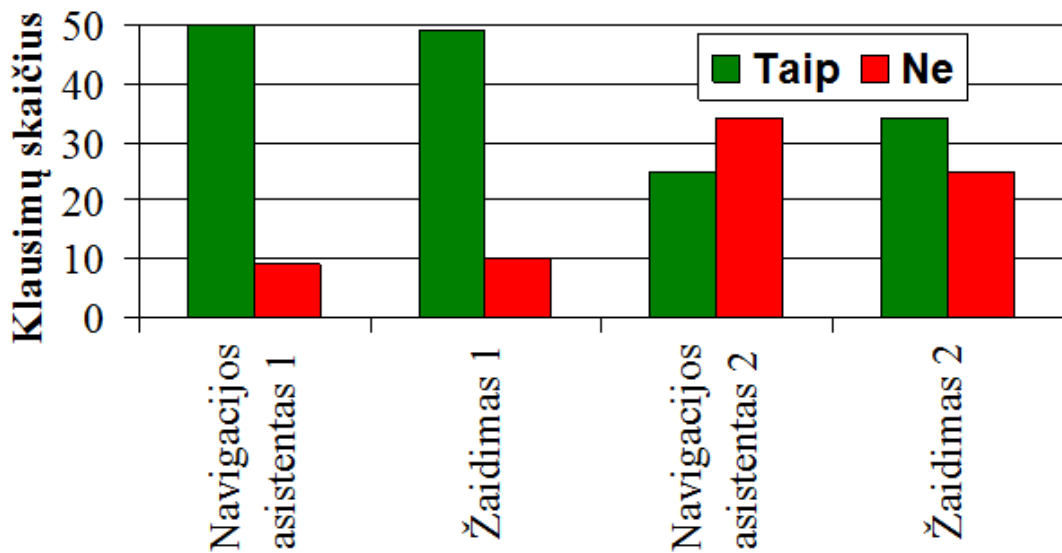
Trūkumo įvertis	Navigacijos asistentas	Žaidimas
1	4	11
2	19	14
3	9	4
4	6	0

Iš 16 lentelės matyti, kad vertinant programas euristiniu būdu buvo atrasti panaudojamumo trūkumai, kurie įvertinti kaip reikšmingi vertinamoms programoms. Atsižvelgiant į tai darome išvadą, kad euristikų rinkinys aptinka panaudojamumo trūkumus papildytosios realybės žaidimuose ir navigacijos asistento programose.

2.5. Atliktų tikrinimų rezultatų apibendrinimas

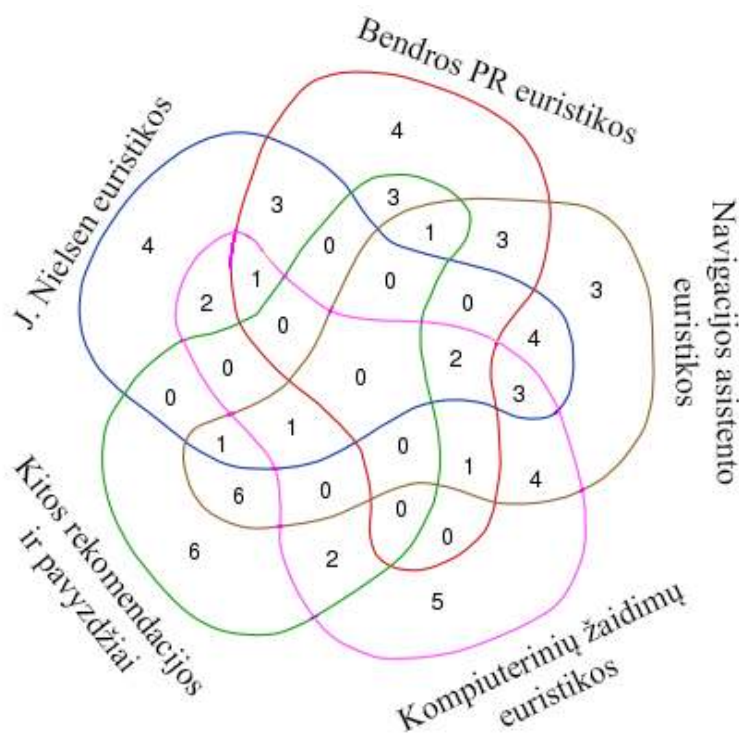
Atsižvelgiant į 2.3. poskyryje gautus rezultatus, nustatyta, kad kontrolinis klausimynas identifikuoja gerą panaudojamumo lygį turinčias programas kaip geras programas. 2.4. poskyryje parodėme, jog rinkinys randa trūkumus papildytosios realybės programose nagrinėjamiems programų tipams.

Pažymėtina, kad 2.3. poskyryje klausimyną patikrinus populiariomis programomis nustatyta, kad „Wikitude“ programoje 50 klausimų iš 59 yra tenkinami, o „Pokémon GO“ programoje – 49 klausimai iš 59. Iš 2.4. poskyryje atliktų vertinimų nustatyta, kad programoje „AR GPS Navigation“ tenkinami 25 klausimai iš 59, o programoje „SpecTrek“ tenkinami 34 klausimai iš 59. Šie duomenys pavaizduoti 7 pav. Taigi gerą panaudojamumo lygį turinčiose programose buvo rasta mažiau trūkumų nei atsitiktinai pasirinktose programose.



7 pav. Tenkinamų ir netenkinamų klausimų santykis programose

Kuriant euristikų rinkinį buvo panaudoti klausimai, kurie įeina į kitus rinkinius. Iš to galima spręsti, kad vertinant programas kitais rinkiniais, būtų randama dalis trūkumų, tačiau nė vienas iš egzistuojančių rinkinių neapima visų dalykinių sričių pakankamai konkrečiai, todėl rastų trūkumų skaičius būtų mažesnis. Tai iliustruoja veno diagrama 8 pav.



8 pav. Nagrinėtų euristikų rinkinių klausimų ryšys

Paveikslas vaizduoja sukurto euristikų rinkinio klausimų persidengimą su kitais nagrinėtų rinkinių klausimais. Didžioji dalis klausimų yra bendri tarp bent kažkurių dviejų rinkinių, o dalis ir tarp visų, tačiau kiekvienas rinkinys turi specifinių klausimų savo tiriamai dalykinei sričiai padengti. Taigi matyti, kad tikrinant programas su kiekvienu rinkiniu atskirai būtų rasta mažiau trūkumų nei su sukurtuoju, todėl sukurto rinkinio taikymas gali sutaupyti vertintojų laiką.

2.6. Sukurtos metodikos taikymas

Poskyryje aprašomi euristinės vertinimo metodikos, sukurto klausimyno taikymo žingsniai ir pasiruošimo vertinimui veiksmai.

Tikrintojų skaičius. Efektyviam trūkumų radimui reikalingi 3–5 panaudojamumo ekspertai tikrinantys sistemą. Vienas vertintojas paprastai aptinka tik 35 proc. visų panaudojamumo trūkumų, kai penki vertintojai – apie 75 proc. trūkumų [Nie02].

Taikymas. Euristinis vertinimas taikomas sistemos eskizams, prototipams ir veikiančioms sistemoms. Efektyviausia jį taikyti ankstesniuose kūrimo etapuose, nes rastų trūkumų ištaisymas juose yra paprastesnis [Nie02].

Trukmė. mažoms sistemoms 1,5–2 val., o didesnėms laiko suteikiama daugiau [Nie02].

Taikymo žingsniai [Nie02].

1. Pasiruošimas
 - 1.1. Surandami 3–5 vertintojai.
 - 1.2. Jie supažindinami su sistema, užduotimis, klausimynu.
 - 1.3. Jei jie nėra dalykinės srities ekspertai, paruošiami užduočių vykdymo scenarijai.
2. Vertinimas
 - 2.1. Trunka 1,5–2 val. nedidelei sistemai.
 - 2.2. Vertintojai peržiūri sistemos naudotojo sąsajas keletą kartų ir tikrina jas pagal klausimyną pateiktą 2.2. poskyryje.
 - 2.3. Vertintojai atsižvelgia ir į klausimyne nenurodytus aspektus, remiasi savo patirtimi.
 - 2.4. Kiekvienas rastas trūkumas aprašomas, prioretizuojamas pagal 1.3.4. poskyryje pateiktą lentelę.
 - 2.5. Jei vertintojai nėra dalykinės srities ekspertai, vertinimą stebi sistemos projektuotojai.
3. Aptarimas
 - 3.1. Aptariamai rasti trūkumai ir jų taisymo variantai.

2.7. Darbo apibendrinimas

Poskyryje apibendrinama darbo įėjis ir išėjis ir aptariama jo vertė bei plėtimas.

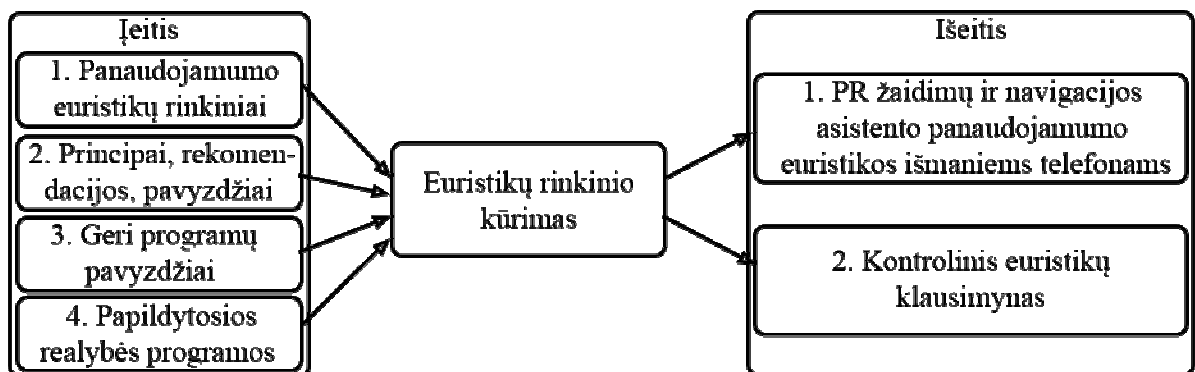
Darbo įėjis:

1. Panaudojamumo euristicų rinkiniai (J. Nielsen, navigacijos asistento išmaniems telefonams, kompiuterinių žaidimų naudotojo sąsajos panaudojamumo, uždengtos informacijos vizualizavimo ir apibendrintos papildytosios realybės euristikos).
2. Projektavimo principai mobiliems ir papildytosios realybės įrenginiams, PACMAD panaudojamumo modelio atributai, projektavimo rekomendacijos ir pavyzdžiai.
3. Geri programų pavyzdžiai (aukštą panaudojamumo lygį turinčios papildytosios realybės programos „Pokémon GO“ ir „Wikitude“).
4. Papildytosios realybės programos („SpecTrek“ ir „AR GPS Navigation“).

Darbo išėjis:

1. Papildytosios realybės žaidimų ir navigacijos asistento naudotojo sąsajų panaudojamumo euristikos, skirtos išmaniesiems telefonams.
2. Euristicų kontrolinis klausimynas.

Darbo įėjis ir išėjis pavaizduotos 9 pav.



9 pav. Darbo įėjis ir išėjis

Darbo vertė. Vertinant papildytosios realybės naudotojo sąsajas sukurtu panaudojamumo euristicų rinkiniu randama tiek pat panaudojamumo trūkumų, kaip ir vertinant jas keliais atskirais. Šis rinkinys turi privalumą, nes trūkumai yra randami tik vieną kartą, todėl juos lengviau peržiūrėti ir įvertinti. Rinkinio naudojimas sutaupo ekspertų laiką vertinant sąsajas ir analizuojant trūkumus.

Plėtimo galimybės. Darbą galima plėsti pritaikant sukurtą euristinį vertinimą ne tik išmaniesiems telefonams, bet ir kitiems rankose laikomų mobiliųjų įrenginių tipams. Nagrinėjami tik du iš keturių programos tipų – žaidimai ir navigacijos asistentai. Papildomai galima nagrinėti ir pirminių ir socialinių tinklų programas.

REZULTATAI IR IŠVADOS

Literatūros apžvalgos skyriuje nagrinėjama papildytosios realybės sąvoka ir apžvelgiamos jos savybės. Taip pat aptariami išmanieji telefonai, papildytoji realybė juose, pristatomas panaudojamumas ir jo vertinimo atributai. Lyginami J. Nielsen, ISO 9241 panaudojamumo apibrėžimai ir PACMAD modelis išmaniesiems telefonams. Kalbama apie papildytosios realybės projektavimo principus mobiliesiems įrenginiams, nagrinėjamos navigacijos asistento ir kompiuterinių žaidimų euristicos. Pastebėtina, kad tradiciniai panaudojamumo vertinimo būdai dėl įvesties ir išvesties įvairovės netinka papildytajai realybei vertinti. Jau sukurti papildytosios realybės euristicų rinkiniai yra pernelyg bendri konkreitiems panaudojamumo trūkumams rasti arba per daug specifiniai ir taikomi nedaugeliui programų. Todėl yra poreikis sukurti rinkinį, kuris galėtų būti taikomas daugiau nei vieno tipo papildytajai realybei vertinti ir rastų specifinius dalykinių sričių trūkumus. Iškeltas tikslas sukurti papildytosios realybės žaidimų ir navigacijos asistentų panaudojamumo euristicų rinkinį, kuris būtų pritaikomas išmaniesiems telefonams. Šie programų tipai pasirinkti, nes yra dažniausiai naudojami papildytosios realybės sistemose išmaniuose telefonuose.

Kuriant rinkinį buvo lyginamos J. Nielsen, bendros papildytosios realybės, navigacijos asistento ir žaidimų naudotojo sąsajų panaudojamumo vertinimo euristicos. Taip pat nagrinėjami dalykinių sričių projektavimo principai ir išskiriamos nepasikartojančios euristicos. Nagrinėjamuose panaudojamumo vertinimuose bei kituose šaltiniuose minimi konkretūs pavyzdžiai yra apibendrinami ir iš jų sukuriamas klausimynas naudotojo sąsajų panaudojamumui vertinti. Euristicų rinkinys susidedantis iš 11 euristicų papildytas kontroliniu klausimynu iš 59 klausimų.

Norint patikrinti sudarytą rinkinį iš pradžių pasirinktos aukštą panaudojamumą turinčios programos. Navigacijos asistento tipui pasirinkta „Wikitude“ programa, o žaidimų tipui – „Pokémon GO“. Sukurtas rinkinys buvo tikrinamas šias programas vertinant pagal kiekvieną klausimą. Gauti rezultatai – navigacijos asistento programa netenkino 9 klausimų, o žaidimas netenkino 10 klausimų. Buvo daroma prielaida, kad toks klaidų skaičius realus net ir geriausiose programose. Po to buvo tikrinama ar rinkinys suranda panaudojamumo trūkumus, juo buvo vertinamos kitos programos, o rasti panaudojamumo trūkumai prioretizuojami. Navigacijos asistento tipui pasirinkta „AR GPS Navigation“ programa, o žaidimų tipui – „SpecTreck“. Gauti rezultatai – navigacijos asistento programa netenkino 34 klausimų, o žaidimas netenkino 25 klausimų. Iš to padaryta išvada, jog atsitiktinai pasirinktose programose randama daugiau klaidų nei gerą panaudojamumą turinčiose programose. Iš to galima teigti, kad rinkinys tinka panaudojamumo trūkumams atrasti ir geroms panaudojamumo atžvilgiu sistemoms identifikuoti.

Taigi sukurtas panaudojamumo vertinimo rinkinys yra tinkamas papildytosios realybės navigacijos asistentų ir žaidimų naudotojo sąsajų panaudojamumui vertinti.

Darbo metu gauti rezultatai:

1. Pristatyti papildytosios ir virtualios realybės panaudojamumo euristicų rinkiniai.
2. Sukurtas papildytosios realybės žaidimų ir asmeninių navigacijos asistentų panaudojamumo euristicų rinkinys sudarytas iš 11 euristicų bei kontrolinis klausimynas iš 59 klausimų, kurie skirti išmaniųjų telefonų programoms vertinti.
3. Sukurtas panaudojamumo euristicų rinkinys yra patikrintas vertinant aukštą panaudojamumo lygį turinčias ir atsitiktinai pasirinktas keturias nagrinėjamiems tipams priklausančias programas.

Išvados:

1. Yra poreikis turėti euristicų rinkinį skirtą daugiau nei vienam papildytosios realybės programų tipui vertinti, nes jau sukurti rinkiniai pritaikomi tik vieno kažkurio tipo programoms arba yra nepakankami specifiniams trūkumams aptikti.
2. Sukurtuoju panaudojamumo euristicų rinkiniu atsitiktinai pasirinktose programose rasta daugiau panaudojamumo trūkumų nei aukštą panaudojamumą turinčiose programose, todėl rinkinys yra tinkamas geroms programoms identifikuoti.
3. Sukurtuoju panaudojamumo euristicų rinkiniu yra aptinkami panaudojamumo trūkumai pasirinktuose papildytosios realybės programų tipuose, todėl rinkinys yra tinkamas šių programų vertinimui.

ŠALTINIAI

- [AOF12] D. Albertazzi, M. L. Okimoto, M. G. Ferreira. Developing an usability test to evaluate the use of augmented reality to improve the first interaction with a product. *Work: A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, 41(1), 2012, pp. 1160–1163. DOI: 10.3233/WOR-2012-0297-1160
- [CFA11+] J. Carmigniani, B. Furht, M. Anisetti, P. Ceravolo, E. Damiani, M. Ivkovic. Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 2011, pp. 341–377. DOI: 10.1007/s11042-010-0660-6
- [DB11] A. Dünser, M. Billinghurst. Evaluating Augmented Reality Systems. Handbook of Augmented Reality, Springer, New York, 2011, pp. 289–307. DOI: 10.1007/978-1-4614-0064-6_13
- [DGS07+] A. Dünser, R. Grasset, H. Seichter, M. Billinghurst. Applying HCI Principles in AR System Design. 2nd International Workshop on Mixed Reality User Interfaces, 2007, p. 5.
[žiūrėta 2016-06-20] Prieiga per internetą:
<http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/2340/12604890_2007-MRUI-Applying_HCI_principles.pdf?sequence=1>
- [DOW00] J. P. Djajadiningrat, C. J. Overbeeke, S. A. G. Wensveen. Augmenting fun and beauty: a pamphlet. Proceedings: *Designing Augmented Reality Environments 2000*, Helsingor, Denmark, 2000, pp. 131–134. DOI: 10.1145/354666.354680
- [Dun14] M. Dunleavy. Design Principles for Augmented Reality Learning. Journal: *TechTrends*, 58(1), 2014, pp. 28–34. DOI: 10.1007/s11528-013-0717-2
- [FAD02] C. Furmanski, R. Azuma, M. Daily. Augmented-reality visualizations guided by cognition: perceptual heuristics for combining visible and obscured information. Proceedings: *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 2002, pp. 215–320. DOI: 10.1109/ISMAR.2002.1115091
- [FST02] L. Fu, G. Salvendy, L. Turley. Effectiveness of user testing and heuristic evaluation as a function of performance classification. Journal: *Behaviour & Information Technology*, 21(2), 2002, pp. 137–143. DOI: 10.1080/02699050110113688
- [Gan13] S. Ganapathy. Design Guidelines for Mobile Augmented Reality: User Experience. Human Factors in Augmented Reality Environments, Springer, New York, 2013, pp. 165–180. DOI: 10.1007/978-1-4614-4205-9_7
- [GZW10+] J. B. Gotow, K. Zienkiewicz, J. White, D. C. Schmidt. Addressing Challenges with Augmented Reality Applications on Smartphones. Conference: *The Third*

International ICST Conference on MOBILE Wireless MiddleWARE, Operating Systems, and Applications (Mobilware), Chicago, 2010, pp. 129–143. DOI: 10.1007/978-3-642-17758-3_10

- [HFD13] R. Harrison, D. Flood, D. Duce. Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. Journal: *Journal of Interaction Science*, 1(1), 2013, pp. 1–16. DOI: 10.1186/2194-0827-1-1
- [ISO97] ISO 9241. *Ergonomics Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)*. International Standards Organisation, Geneva, 1997.
- [JPL06+] Y. G. Ji, J. H. Park, C. Lee, M. H. Yun. A Usability Checklist for the Usability Evaluation of Mobile Phone User Interface. Journal: *International Journal of Human-Computer Interaction*, 20(3), 2006, pp. 207–231. DOI: 10.1207/s15327590ijhc2003_3
- [KCJ13] S. M. Ko, W. S. Chang, Y. G. Ji. Usability Principles for Augmented Reality Applications in a Smartphone Environment. Journal: *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29(8), 2013, pp. 501–515. DOI: 10.1080/10447318.2012.722466
- [Mar14] H. Martinez, P. Bandyopadhyay. Analysis of Four Usability Evaluation Methods Applied To Augmented Reality Applications, 2014, p. 50.
[žiūrēta 2016-06-20] Prieiga per internetą:
<<http://elisa.dyndns-web.com/teaching/hiit/four.pdf>>
- [MTU95+]P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, F. Kishino. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. Proceedings: *the international society for optocs and photonics (SPIE) Telemanipulator and Telepresence Technologies*, volume 2351, 1995, pp. 282–292. DOI: 10.1117/12.197321
- [Nie94a] J. Nielsen. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. Proceedings: *Special Interest Group on Computer-Human Interaction (SIGCHI) Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1994, pp. 152–158. DOI: 10.1145/191666.191729
- [Nie94b] J. Nielsen. Usability engineering. Morgan Kaufman Publishers, San Francisco, 1993, pp. 23–49.
- [Nie02] J. Nielsen. How To Conduct a Heuristic Evaluation, 2002.
[žiūrēta 2017-05-01] Prieiga per internetą:
<http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html>
- [Nor13] D. Norman. *The Design of Everyday Things*. Basic Books, New York, 2013, pp. 71–73.

- [PWS08] D. Pinelle, N. Wong, T. Stach. Heuristic evaluation for games: usability principles for video game design. Proceedings: *Special Interest Group on Computer-Human Interaction (SIGCHI) Conference on Human Factors in Computing Systems*, Florence, Italy, 2008, pp. 1453–1462. DOI: 10.1145/1357054.1357282
- [SD08] A. G. Sutcliffe, K. Deol Kaur. A Usability Evaluation Method for Virtual Reality User Interfaces. University of Manchester Institute of Science and Technology, Mancheser, 2008, p. 7.
- [ZA05] D. Zhang, B. Adipat. Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. Journal: *International Journal of Human-Computer Interaction*, 18(3), 2005, pp. 293–308. DOI: 10.1207/s15327590ijhc1803_3

SAVOKŲ APIBRĖŽIMAI

Papildytoji realybė (angl. *augmented reality*, AR) – technologija, skirta perduoti jausmą, kad virtualūs elementai egzistuoja realioje erdvėje¹.

Panaudojamumas (angl. *usability*) – naudotojo veiklos efektyvumas, našumas ir jaučiamas malonumas, kuriais naudotojas gali pasiekti numatytus tikslus konkrečiose aplinkose⁴.

Euristika (angl. *heuristic*) – projektavimo principas, sukurtas apibendrinant gerąsias praktikas. Problemos sprendimo būdas, kuris remiasi praktiniais metodais, kurie yra nebūtinai optimalūs, bet pakankami iškeltiems tikslams⁵.

Euristinis vertinimas (angl. *heuristic evaluation*) – inspektavimo metodas, kuriame ekspertų grupė formaliai vertina naudotojo sąsają atsižvelgdama į euristikas arba nykščio taisyklę⁶.

Kontrolinis klausimynas (angl. *control questionnaire*) – klausimų ar teiginių sąrašas, pagalbinė priemonė interpretuojant euristikas euristinio vertinimo metu. Darbe taip pat vartojama „klausimynas“.

SANTRUMPOS

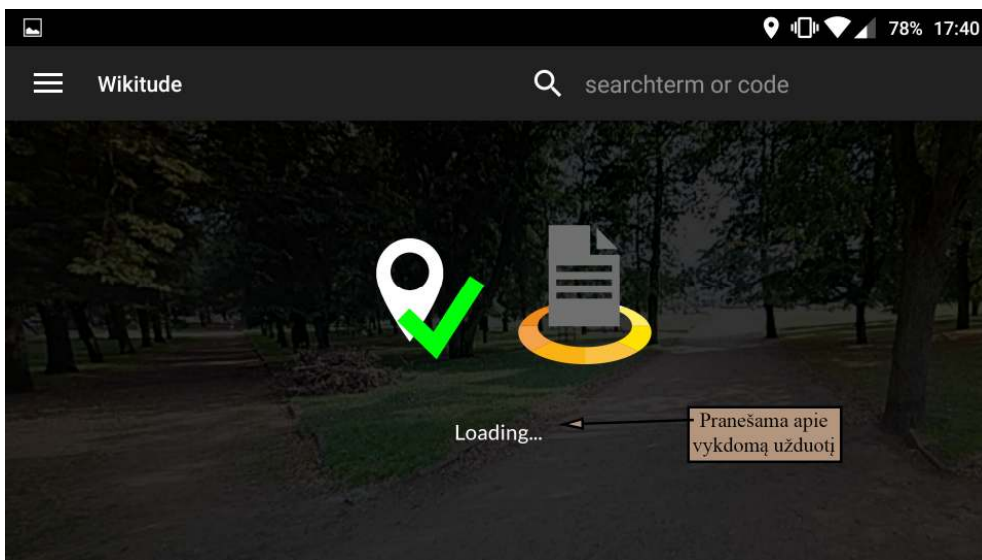
PR	Papildytoji realybė (angl. <i>augmented reality</i> , AR).
PACMAD	Panaudojamumo modelis skirtas mobiliesiems įrenginiams kuriamoms sistemoms (angl. <i>People At the Centre of Mobile Application Development</i>)
WIMP	Tradicinis žmogaus-kompiuterio sąveikos stilius naudojantis tokius elementus kaip langai, piktogramos, meniu, žymekliai (angl. <i>windows, icons, menus, pointer</i>).
HCI	Žmogaus-kompiuterio sąveika (angl. <i>human-computer interaction</i>).
GPS	Globalaus padėties nustatymo sistema (angl. <i>global positioning system</i> , GPS).

PRIEDAI

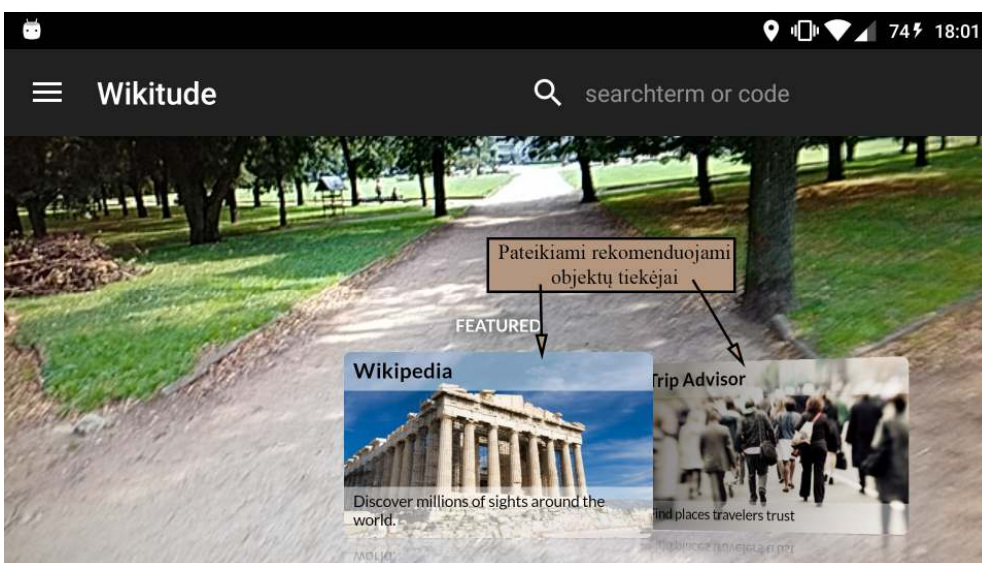
Kartu su programų langais pateikiami ir autoriaus komentarai stačiakampiuose su rodyklėmis.

Priedai „Wikitude“ programai

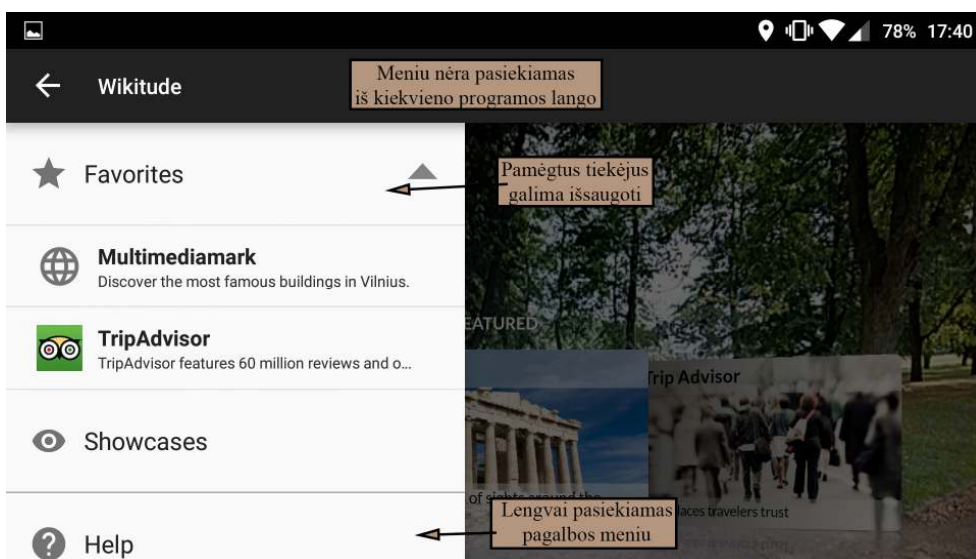
1 priedas. Vykdomas veiksmas: siunčiami duomenys, kai GPS vieta jau nustatyta



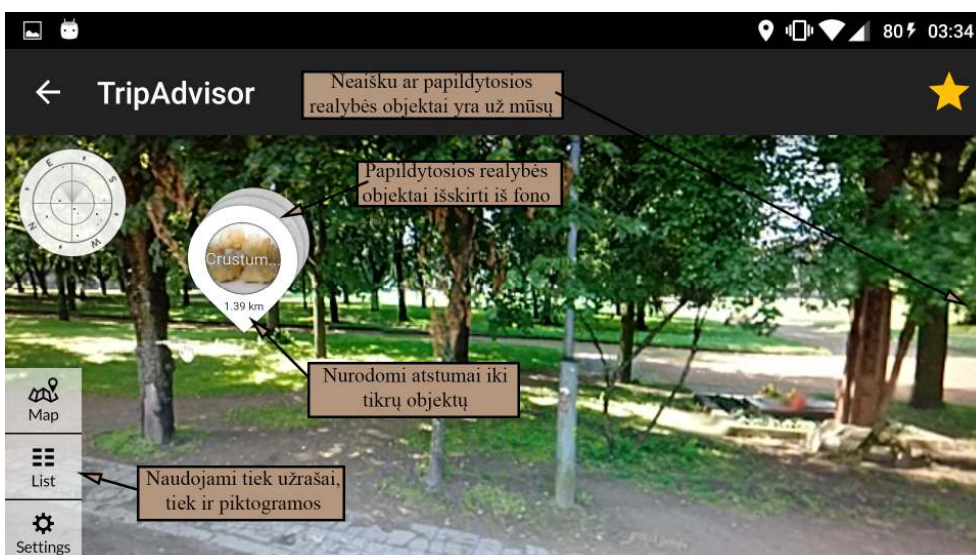
2 priedas. Pradinis programos langas. Pasirinkimas iš tiekėjų „Wikipedia“ ir „TripAdvisor“



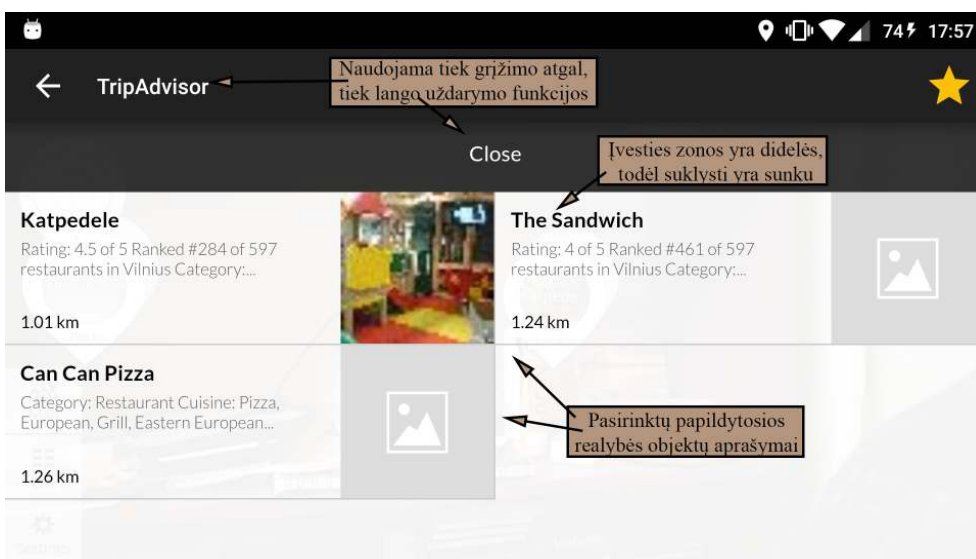
3 priedas. Pagrindinis meniu langas



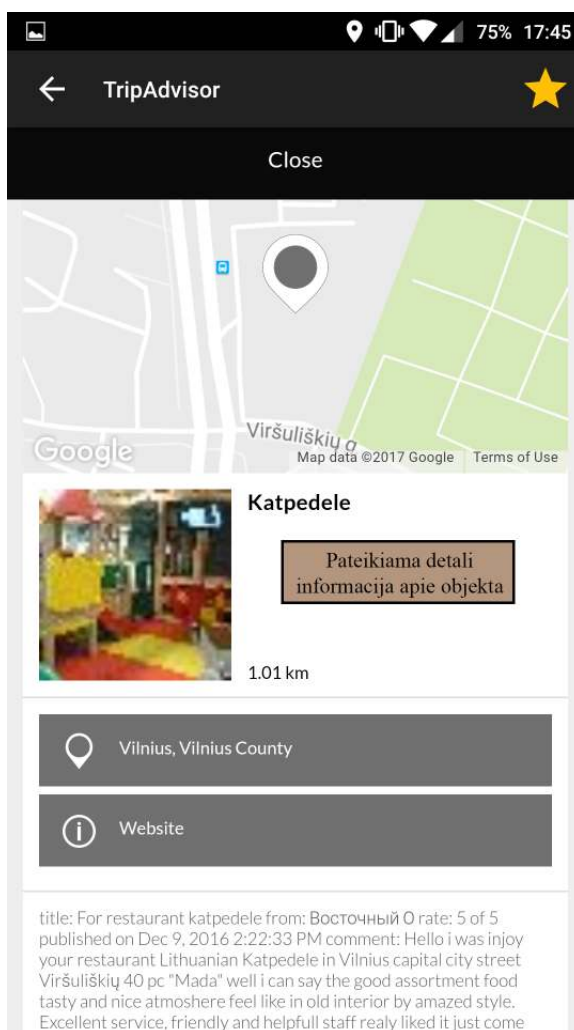
4 priedas. Pagrindinis papildytosios realybės langas



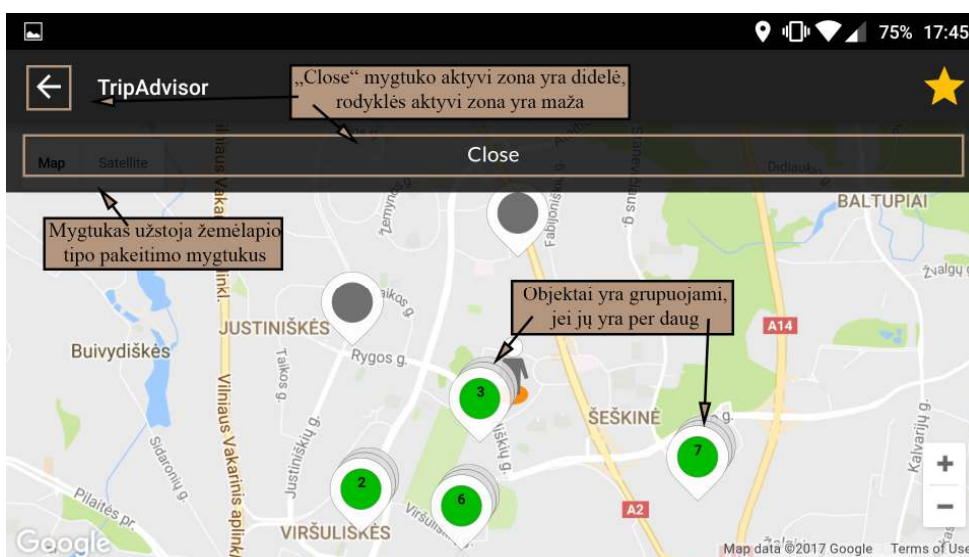
5 priedas. Pasirinktų kelių papildytosios realybės objektų informacija



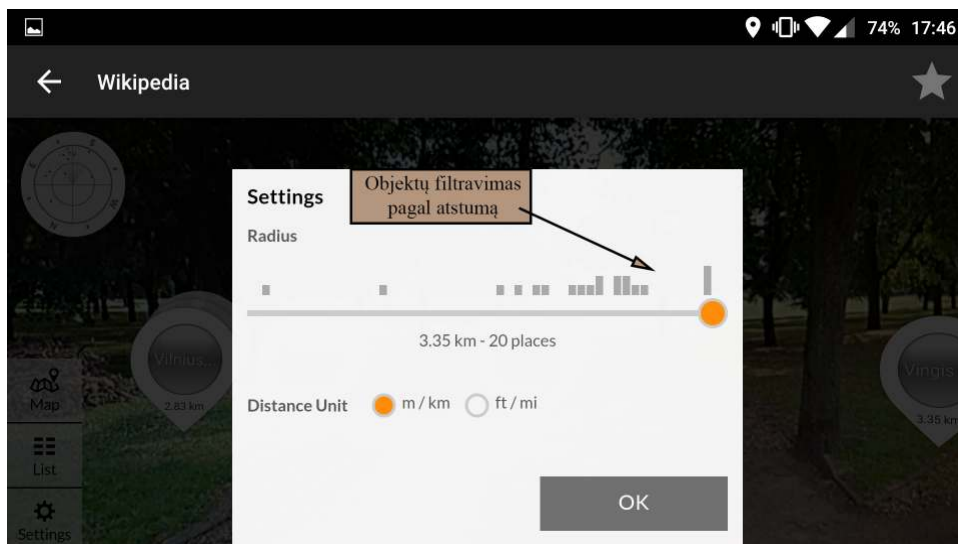
6 priedas. Detali papildytosios realybės objekto informacija



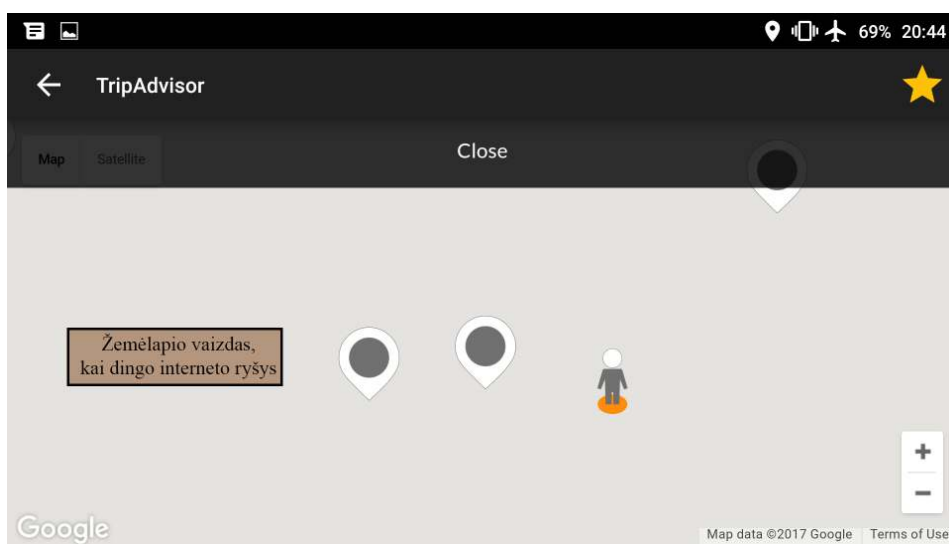
7 priedas. Programos žemėlapio režimas



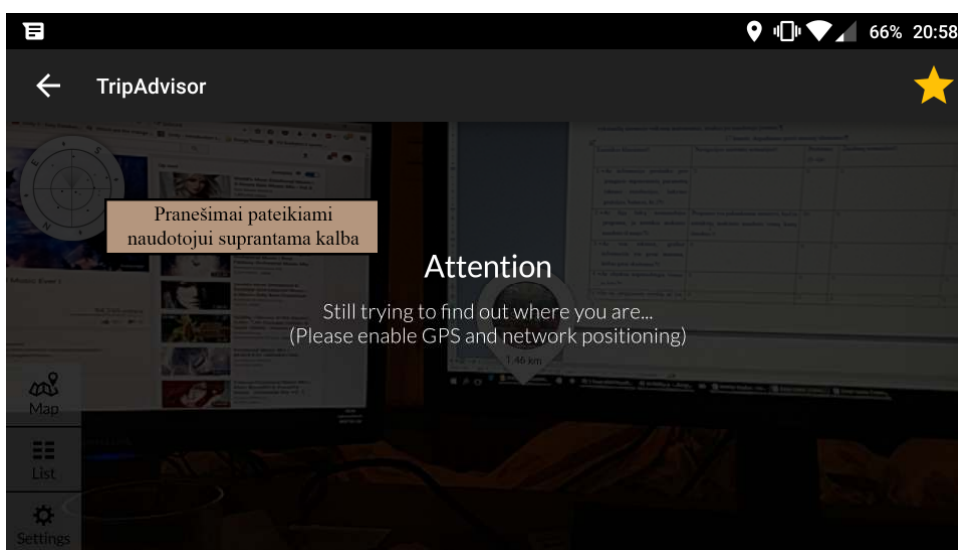
8 priedas. Papildytosios realybės objektų filtravimas pagal atstumą



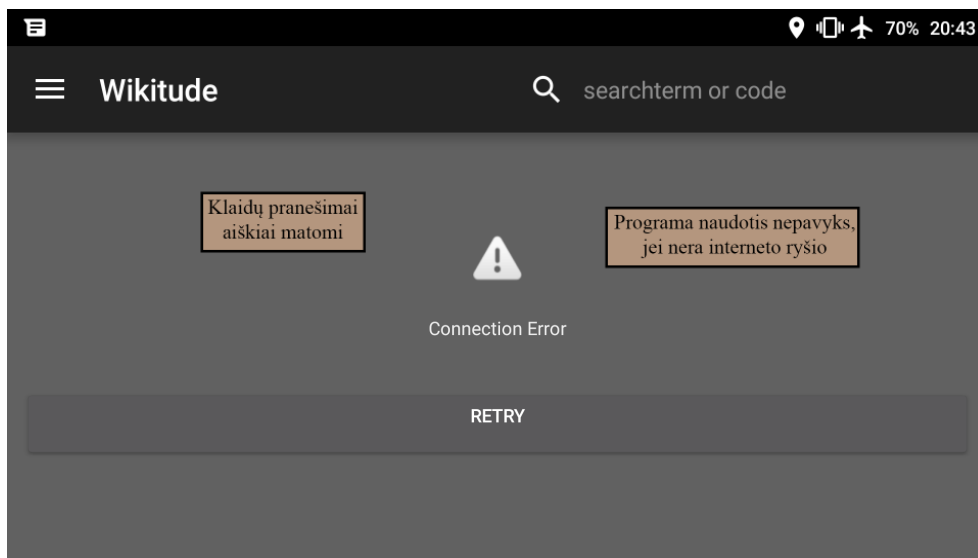
9 priedas. Programos žemėlapis, kai interneto ryšys trūkinėja



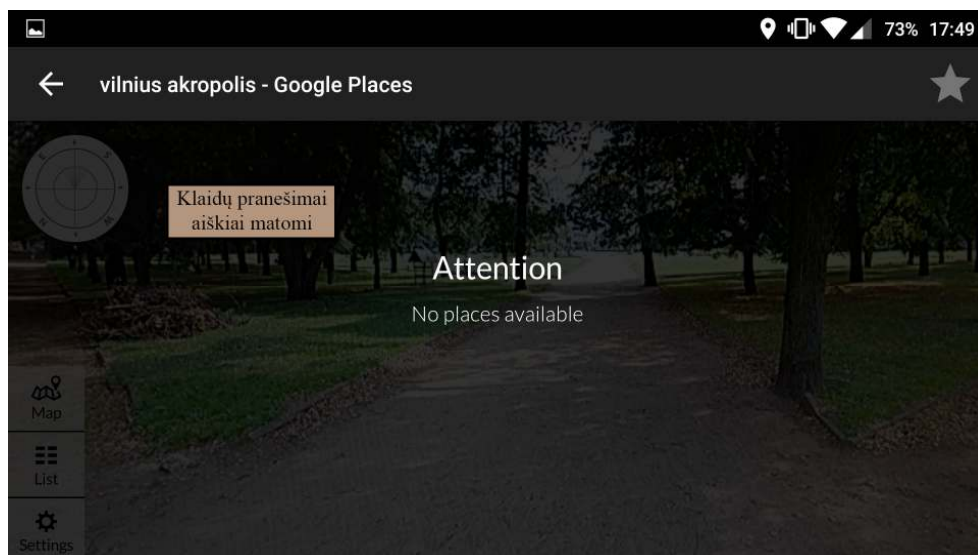
10 priedas. Pranešimas po nesėkmingos paieškos



11 priedas. Pranešimas apie pradingusį interneto ryšį

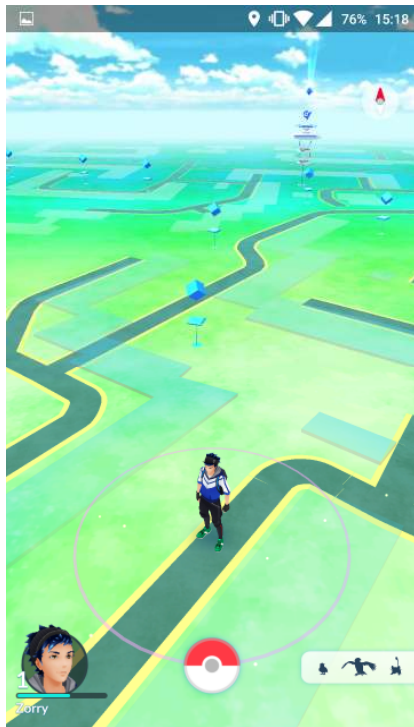


12 priedas. Pranešimas apie išjungtą GPS įrenginį



Priedai „Pokémon GO“ programai

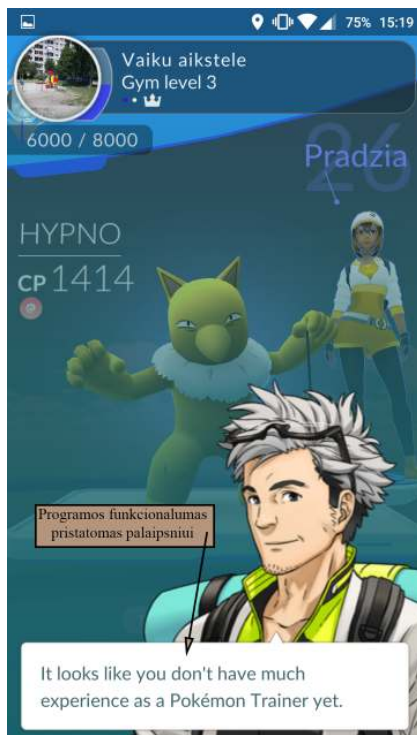
13 priedas. Pagrindinis programos langas



14 priedas. Netolimi žemėlapijo objektai



15 priedas. Funkcijos pristatomos palaipsniui



16 priedas. Nustatymai gerai matomi



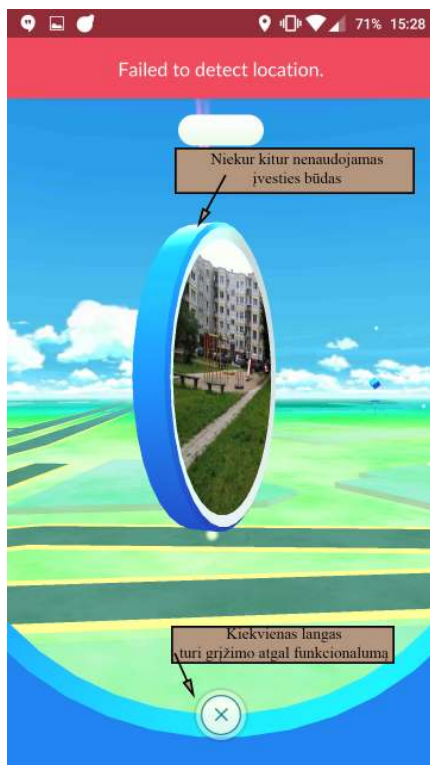
17 priedas. Nustatymų langas



18 priedas. Pagalba pradedančiajam



19 priedas. Nestandartinė žaidimo įvestis



20 priedas. Dingęs interneto ryšys



21 priedas. Rasti monstrai



23 priedas. PR langas su PR objektu



22 priedas. PR langas be PR objektų



24 priedas. Matoma grįžimo funkcija



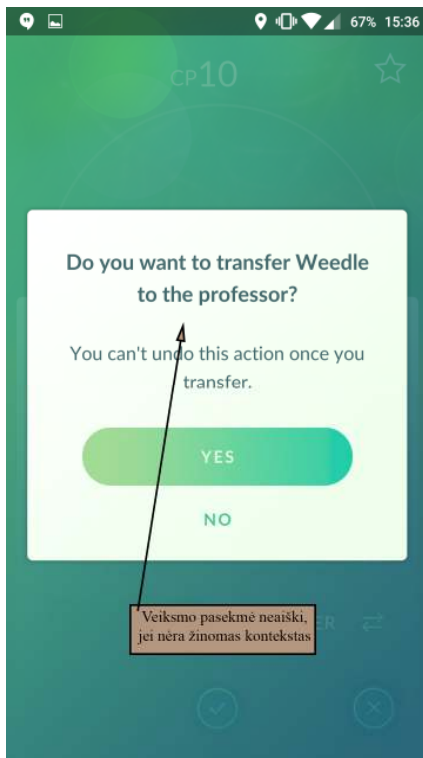
25 priedas. Informacija baltame fone



26 priedas. Spalvinga informacija



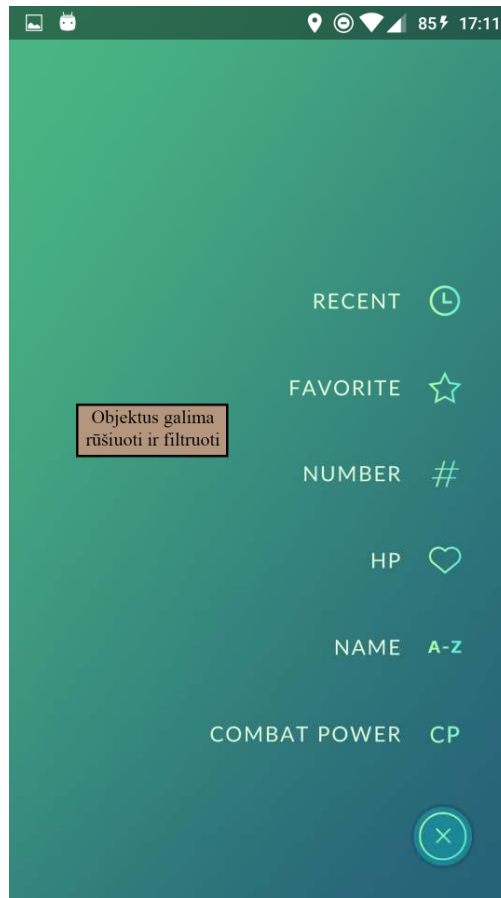
27 priedas. Neaiškios pasekmės



28 priedas. Dingęs interneto ryšys

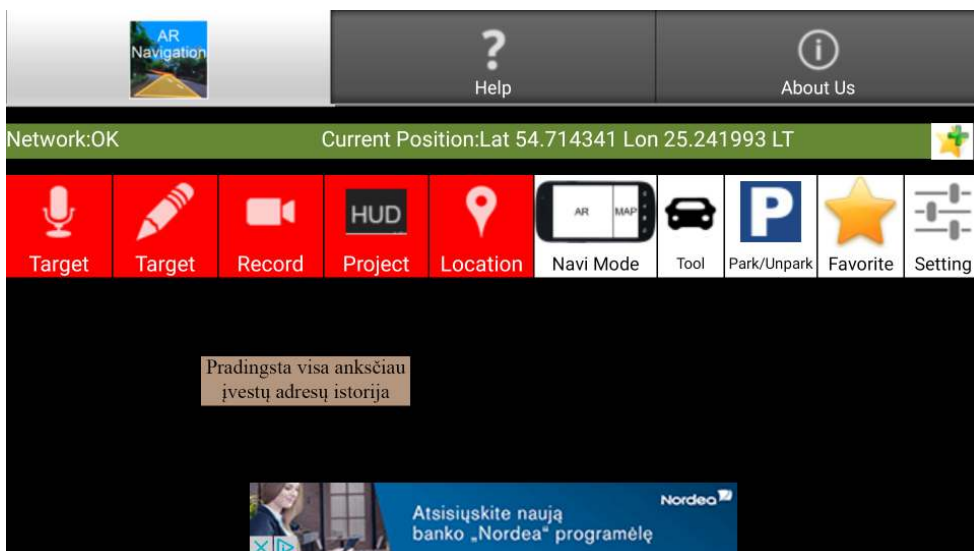


29 priedas. Objektų rūšiavimo langas



Priedai „AR GPS Navigation“ programai

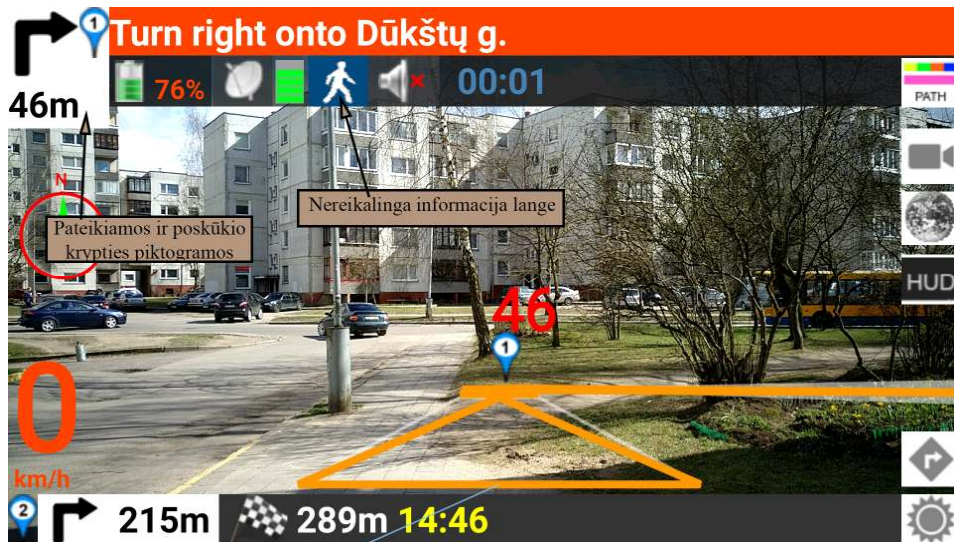
30 priedas. Programoje pradingsta anksčiau įvestų adresų istorija



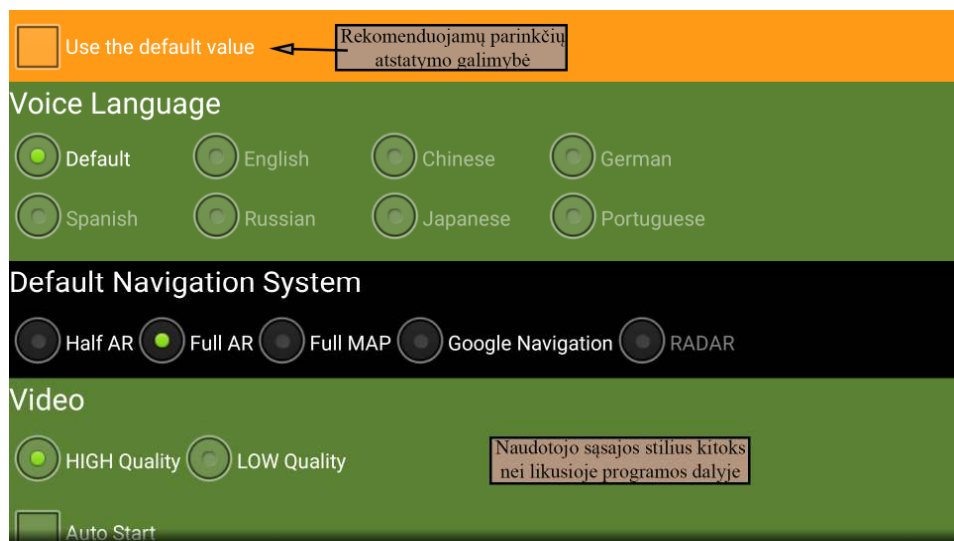
31 priedas. Neaišku, kurie sąsajos elementai yra mygtukai



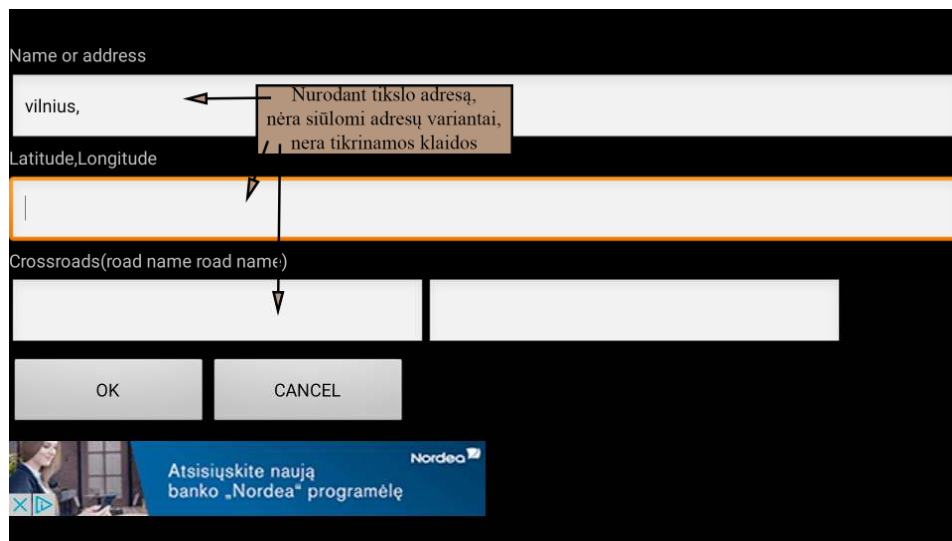
32 priedas. Nereikalinga informacija papildytosios realybės lange



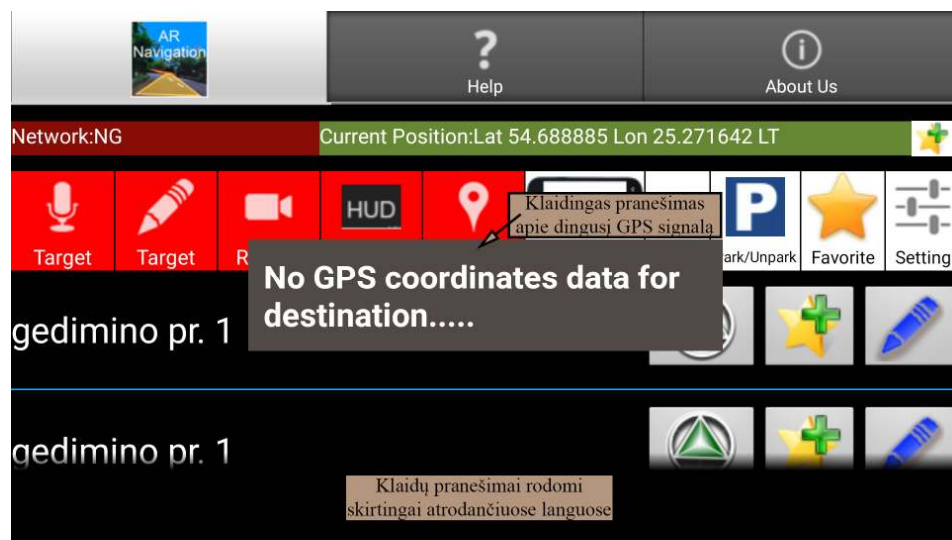
33 priedas. Sąsajos stilius kitoks nei kituose languose



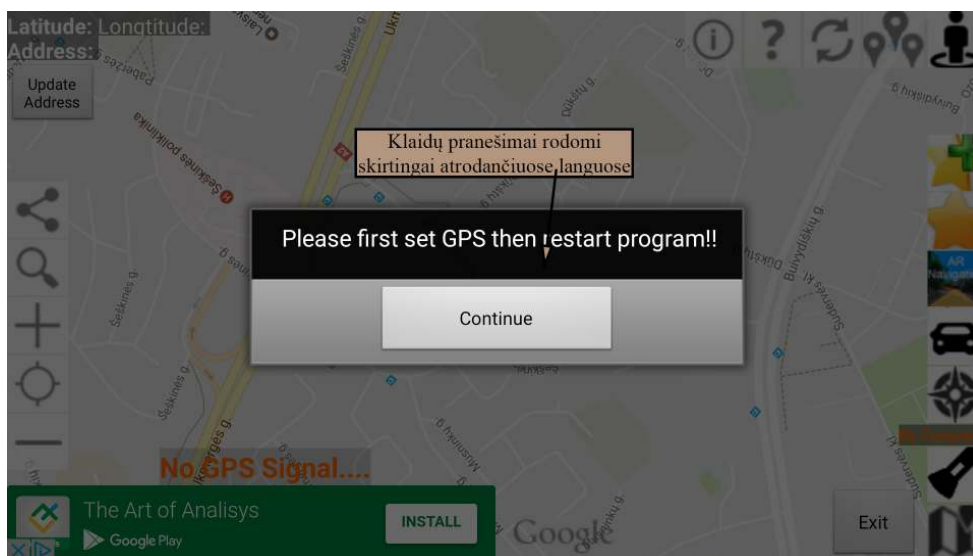
34 priedas. Nėra siūlomi adresai, tikrinamos klaidos



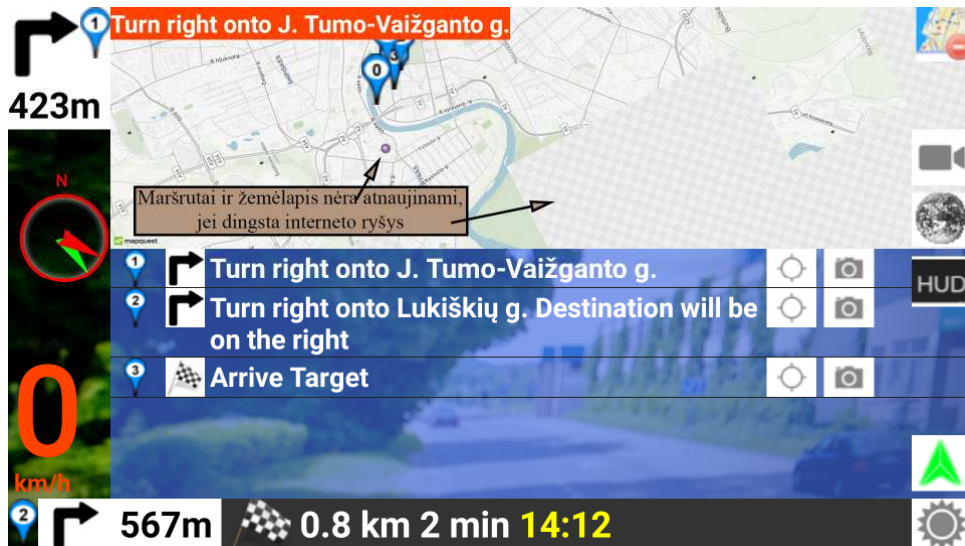
35 priedas. Klaidingas pranešimas



36 priedas. Klaidų pranešimai nevienodo stiliaus



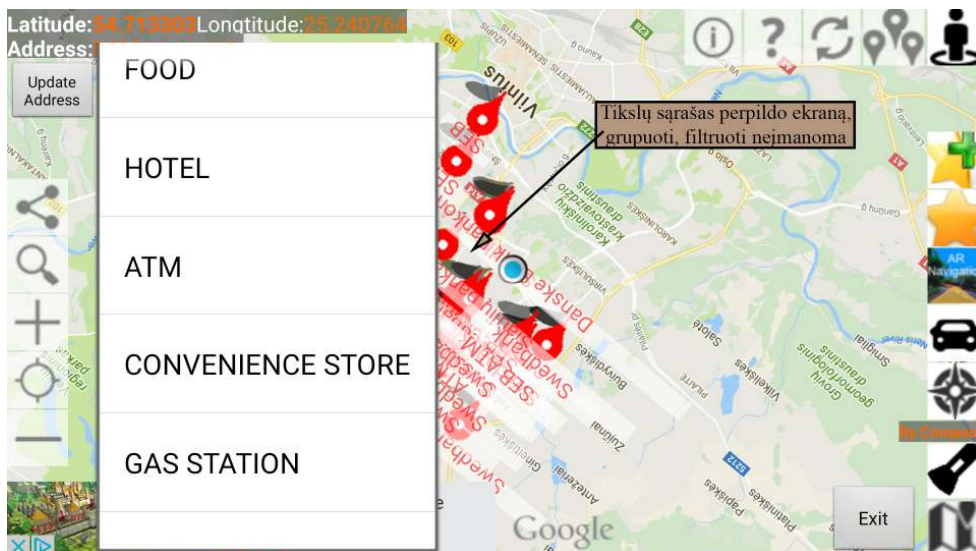
37 priedas. Maršrutas neatnaujinamas dingus internetui, žemėlapis atsisiųsti negalima



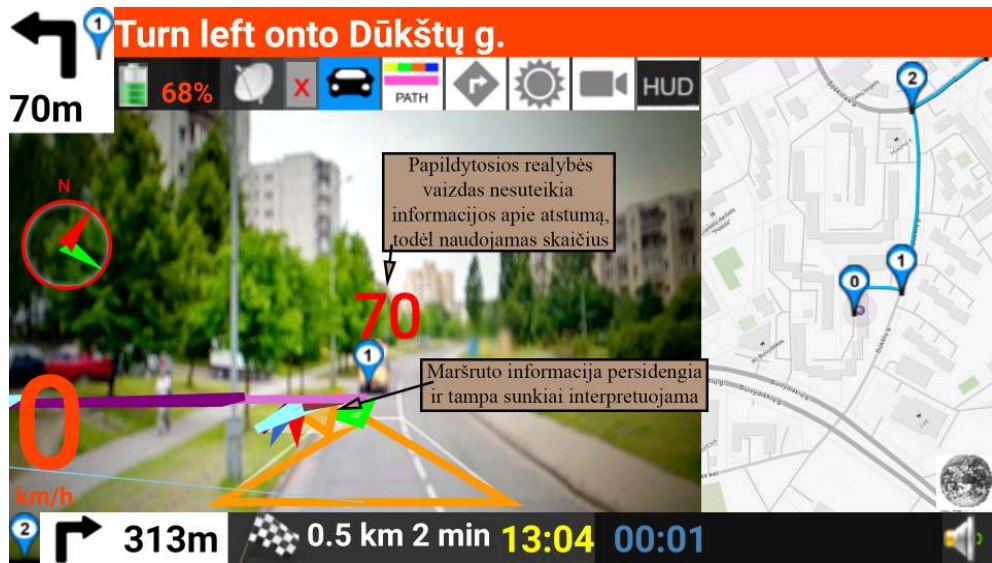
38 priedas. Vaizdas apverčiamas aukštyne kojomis



39 priedas. Nėra informacijos grupavimo



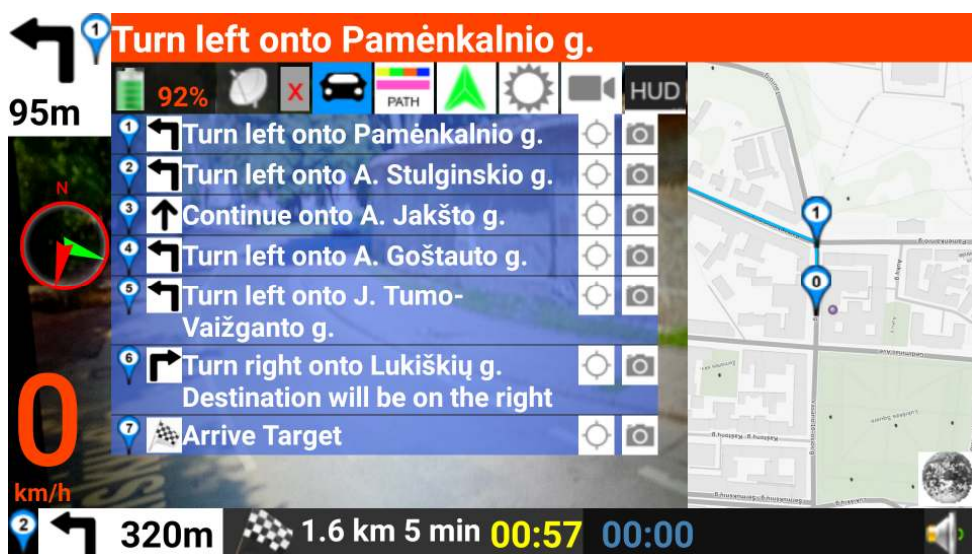
40 priedas. Maršruto informacija persidengia ir tampa sunkiai interpretuojama



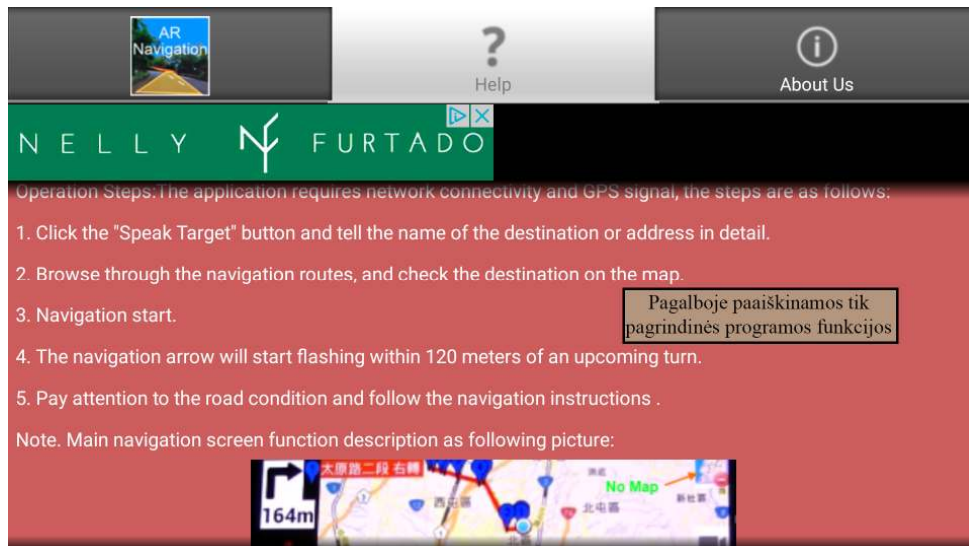
41 priedas. Maršruto informacija pateikiama ribotam atstumui



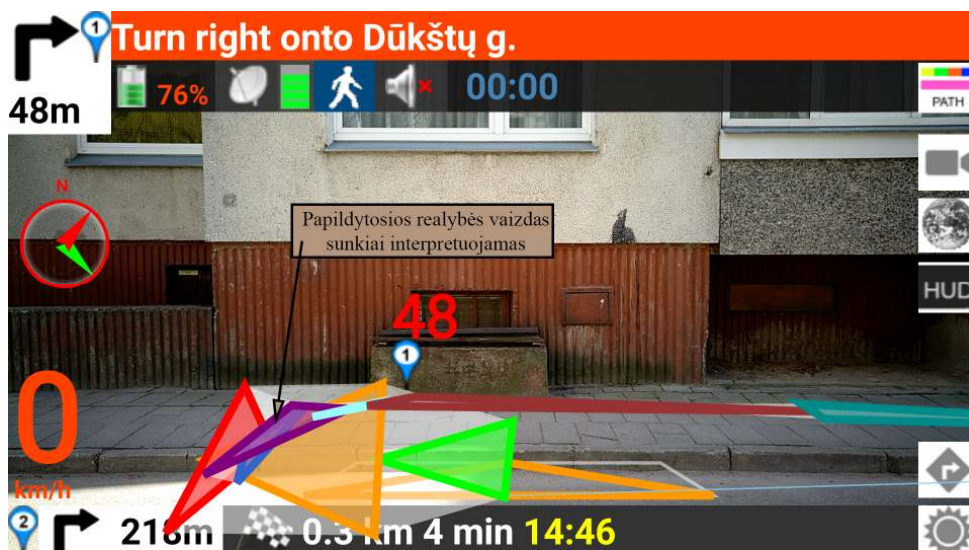
42 priedas. Programoje daug ryškių spalvų



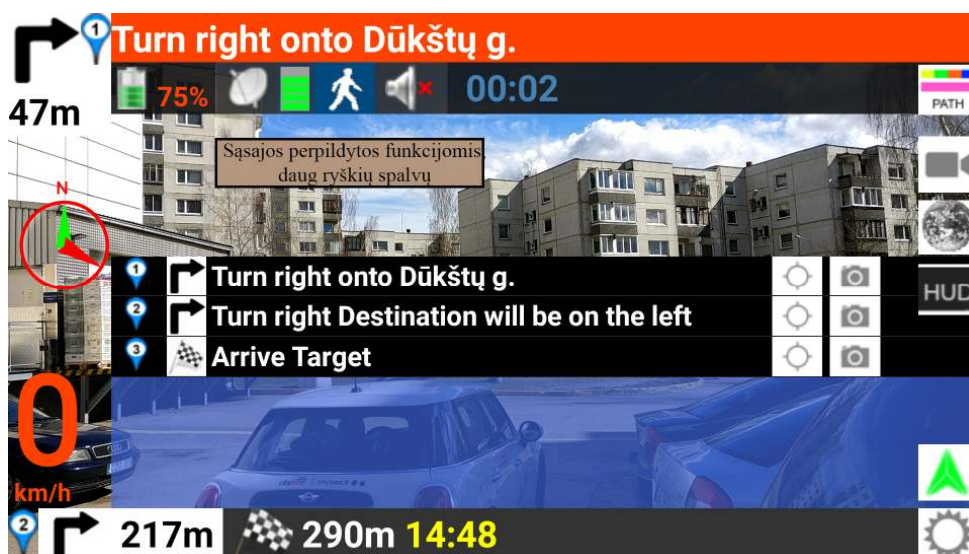
43 priedas. Paaiškinamos tik pagrindinės programos funkcijos



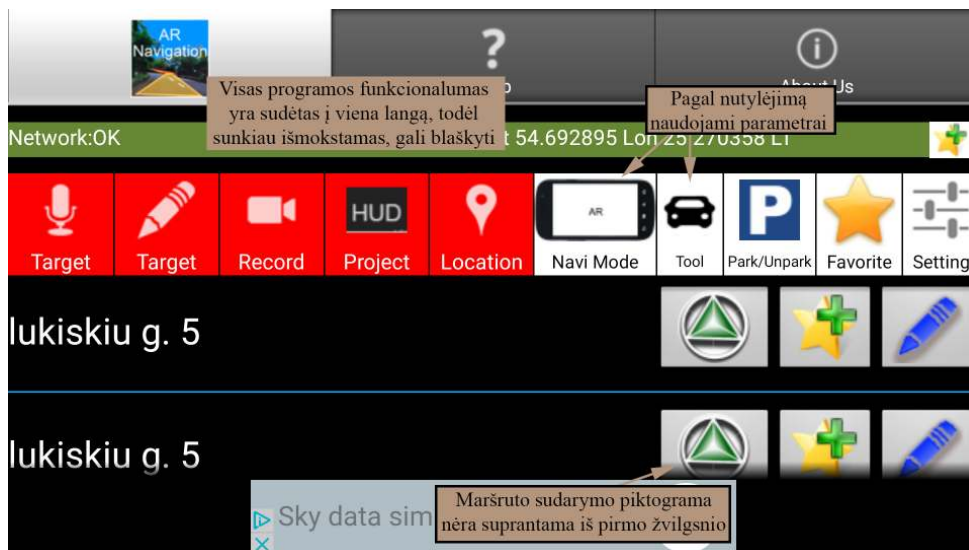
44 priedas. Papildytosios realybės vaizdas sunkiai interpretuojamas



45 priedas. Sąsaja perpildyta funkcijomis, kurios nėra panaudojamos šiame lange



46 priedas. Maršruto sudarymo piktograma nėra akivaizdi



47 priedas. Maršruto informacija užstoja žemėlapio vaizdą

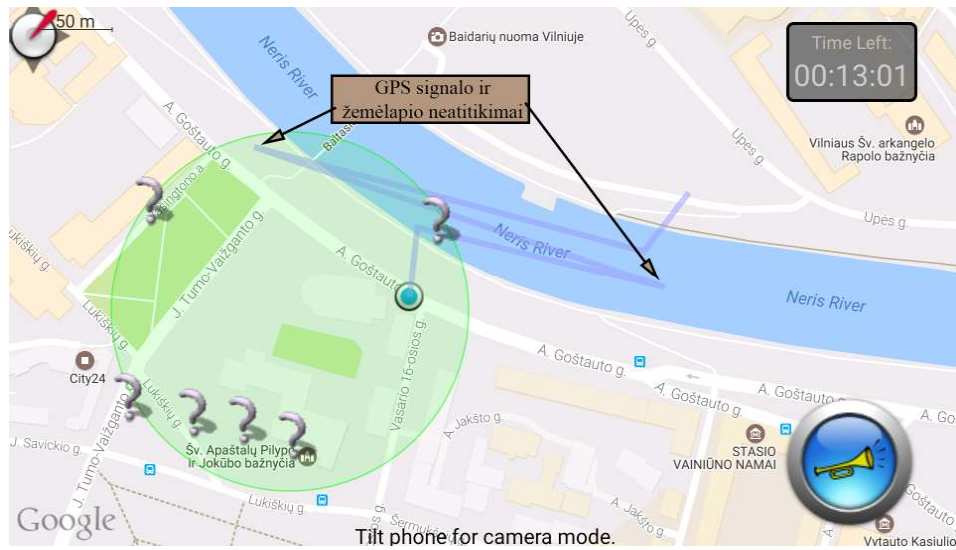


48 priedas. Mygtukų išdėstymas skiriasi skirtinguose programos režimuose

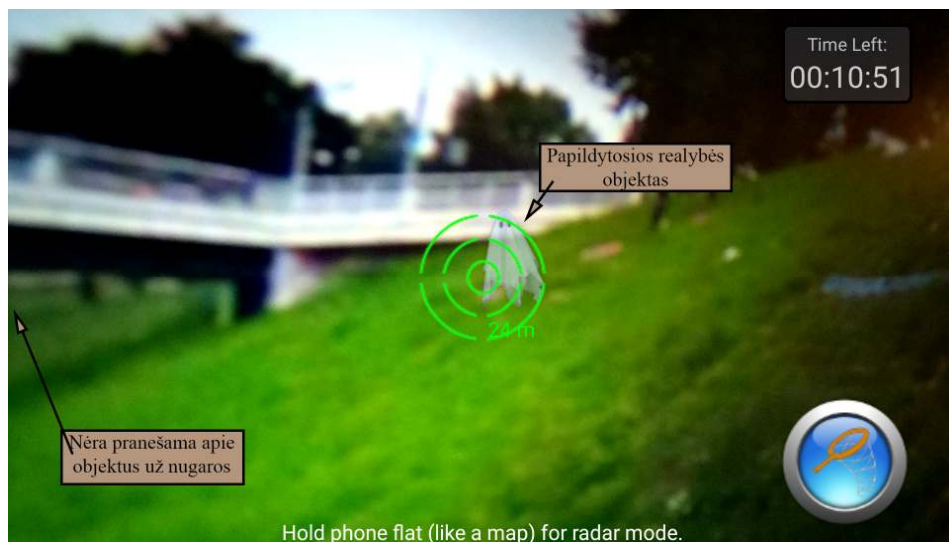


Priedai „AR GPS Navigation“ programai

49 priedas. GPS signalo ir žemėlapio neatitikimai



50 priedas. Papildytosios realybės objektas



51 priedas. Programos laikmatis nėra stabdomas, pauzė neegzistuoja



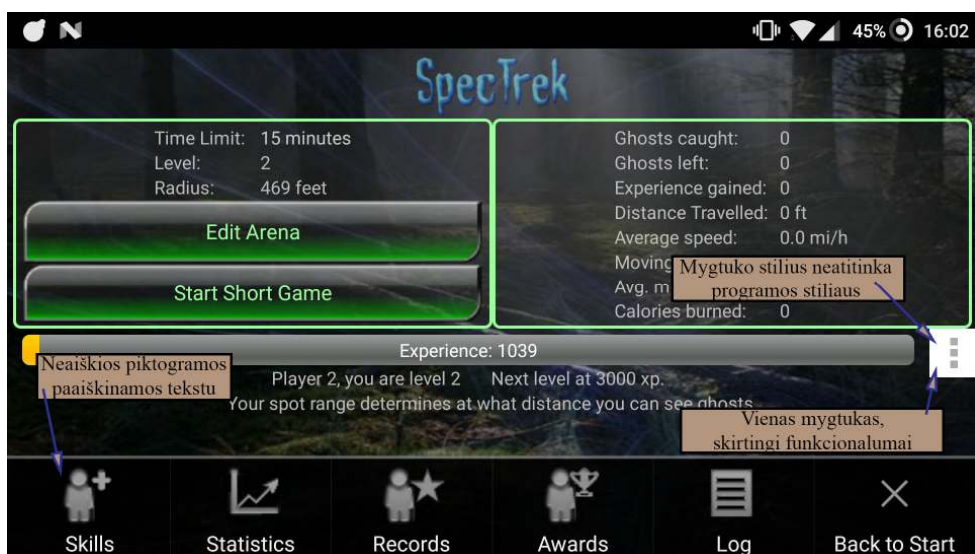
52 priedas. Nustatymų mygtukas atidaro skirtingus langus



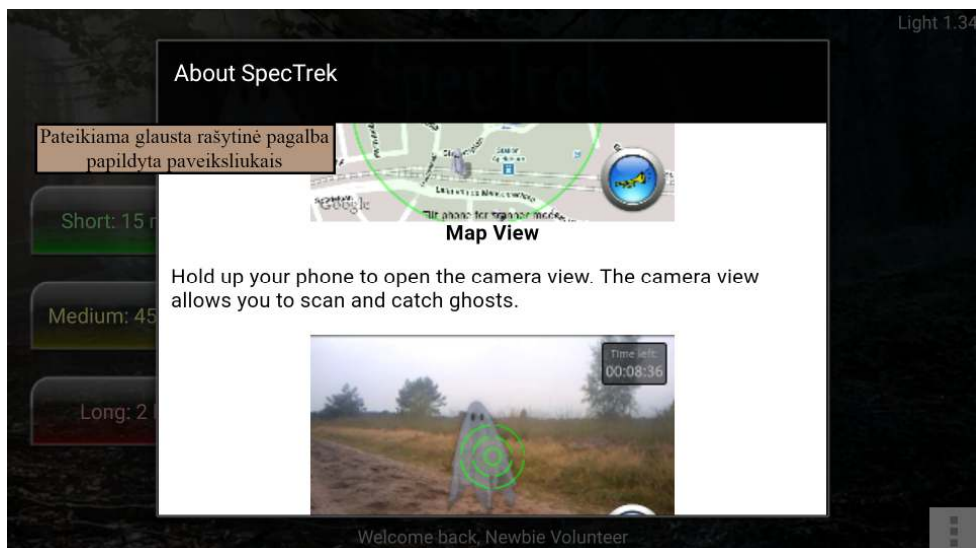
53 priedas. Profilio nustatymo langas



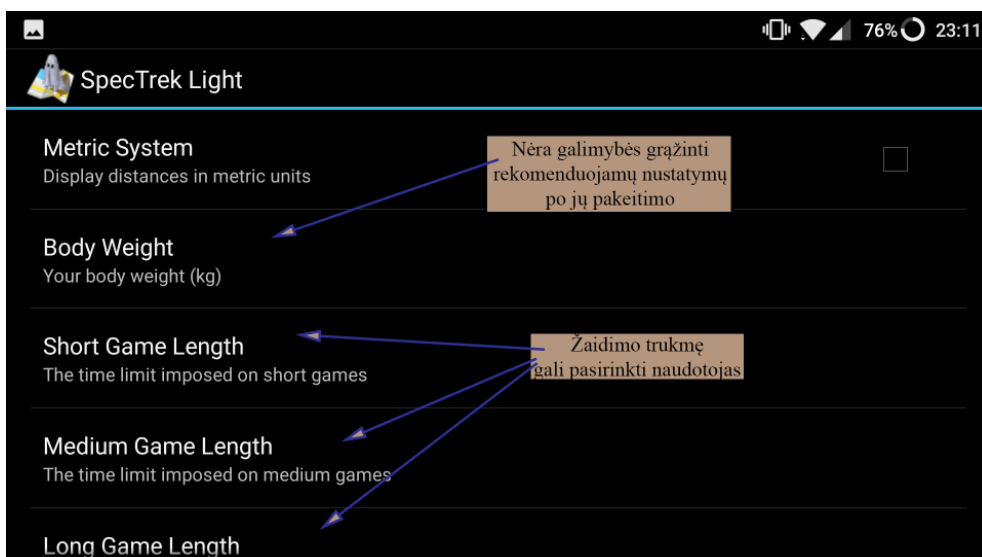
54 priedas. Mygtuko stilius neatitinka programos stiliaus



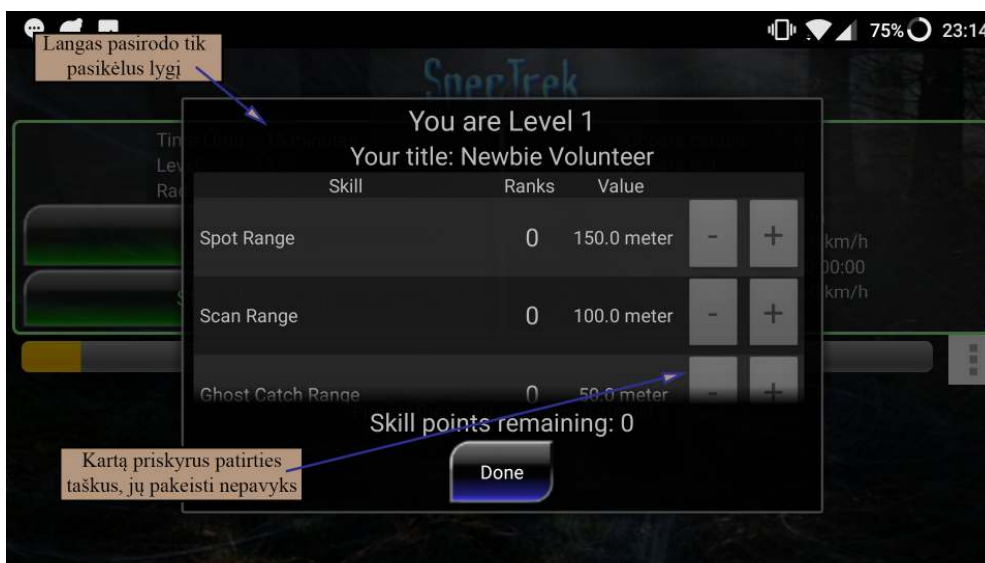
55 priedas. Pateikiama glausta rašytinė pagalba su paveiksliais



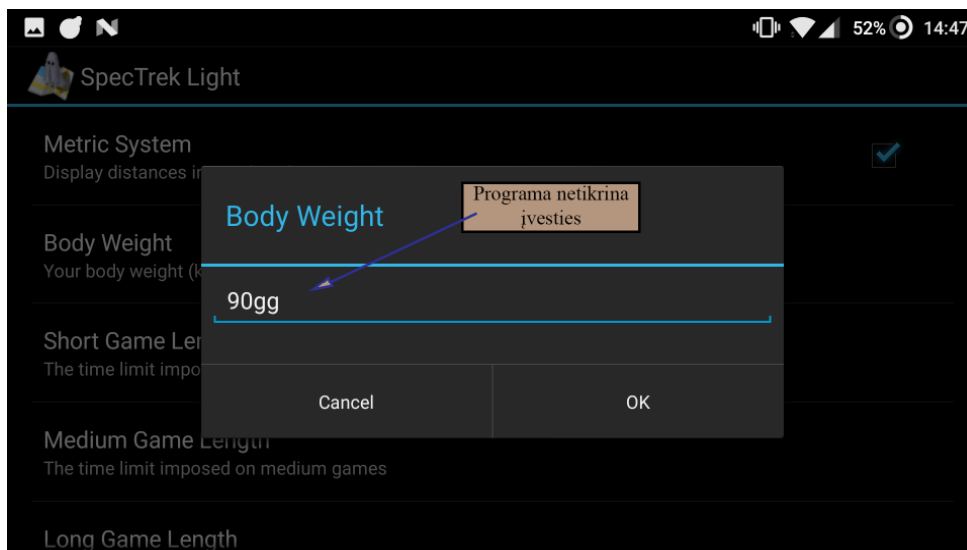
56 priedas. Nėra galimybės grąžinti rekomenduojamų nustatymų po jų pakeitimo



57 priedas. Kartą priskyvus patirties taškus, jų pakeisti nepavyks



58 priedas. Programa netikrina įvesties



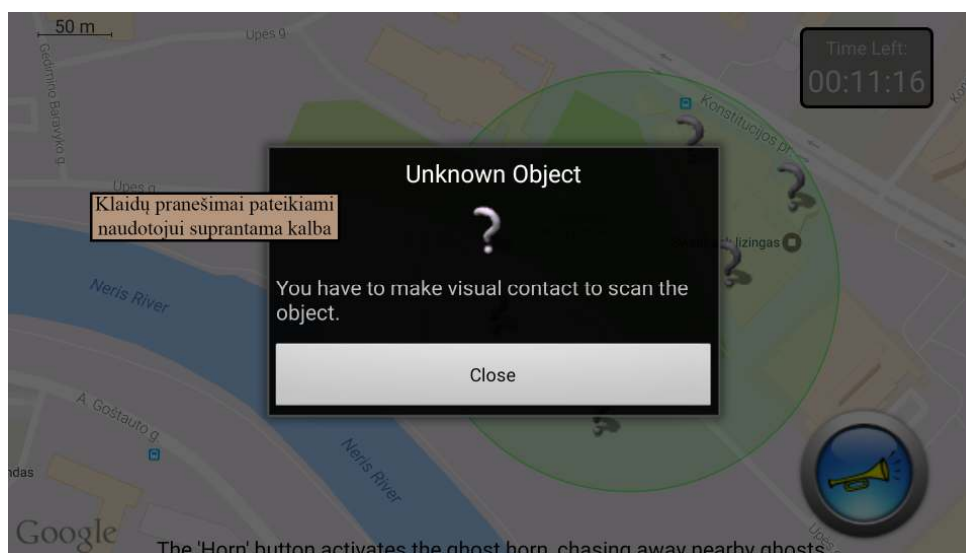
59 priedas. Pranešama apie vykdomą veiksmą, bet ne jo trukmę



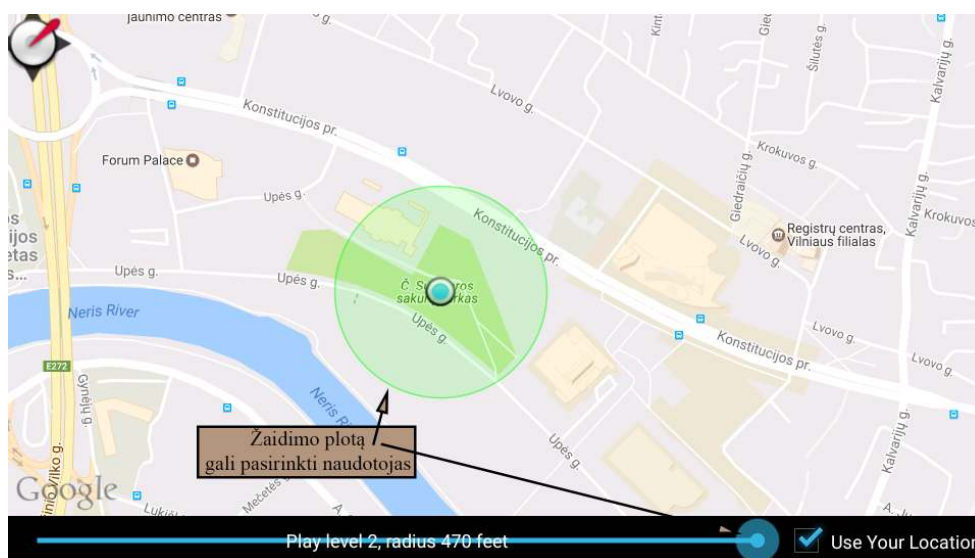
60 priedas. Meniu pasirinkimai lengvai išmokstami, turi mažai pasirinkimų



64 priedas. Klaidų pranešimai pateikiami naudotojui suprantama kalba



65 priedas. Žaidimo plotą gali pasirinkti pats naudotojas



66 priedas. Papildytosios realybės objektai sunkiai matomi šviesioje aplinkoje

