

LATVIJAS UNIVERSITĀTES

DATORIKAS FAKULTĀTE

**NAVIGĀCIJAS IERĪCES NEREDZĪGIEM
CILVĒKIEM: VAJADZĪBU APZINĀŠANA UN
EKSPERIMENTĀLA PROTOTIPĒŠANA**

BAKALaura DARBS

Autors: **Alise Rasa Lapiņa**

Studenta apliecības Nr.: al17143

Darba vadītājs: profesors Dr.filoz. Jurgis Šķilters

RĪGA 2021

ANOTĀCIJA

Neredzīgu cilvēku skaits palielinās proporcionāli cilvēku skaitam, līdz ar to, palielinās arī cilvēku skaits, kuriem ikdienas gaitās nepieciešama vai nu asistenta palīdzība vai palīglīdzekļi. Šajā darbā apzinātas, pētītas un analizētas neredzīgu cilvēku vajadzības saistībā ar navigācijas palīglīdzekļiem, to esamību, pieejamību un neredzīgu cilvēku prasības no jauniem palīglīdzekļiem, lai tos reāli lietotu. Darbā eksperimentēts ar divu veidu sensoriem, kas spēj noteikt attālumu līdz objektiem – ultraskaņas sensoru un infrasarkanu sensoru. Eksperimenta mērķis – pārbaudīt abu sensoru darbību un trūkumus, salīdzināt to darbību trīs dažādās vidēs un pret trīs dažādiem šķēršļiem. Eksperimentējot tika secināts, ka abi sensori labi papildina viens otra trūkumus, piemēram, ultraskaņas sensoram traucē apkārtējo trokšņi, toties tas atšķirībā no infrasarkanā sensora precīzi mēra attālumus līdz jebkādas krāsas objektiem.

Atslēgvārdi: navigācija, neredzīgi cilvēki, tiflotehnika, sensori, attāluma noteikšana

ABSTRACT

NAVIGATION DEVICES FOR THE BLIND: NEEDS IDENTIFICATION AND EXPERIMENTAL PROTOTYPING

The number of blind people is increasing in proportion to the number of people, and consequently, the number of people who need either the help of an assistant or aids in their daily work is also increasing. This work identifies and analyzes the needs of blind people in relation to navigation aids, their availability, accessibility and the needs of blind people from new aids to actually use them. The work experimented with two types of sensors that are able to determine the distance to objects - ultrasonic sensor and infrared sensor. The aim of the experiment is to check the performance and shortcomings of both sensors, to compare their performance in different environments and against different obstacles. The experiment concluded that the two sensors complement each other's shortcomings, for example, the ultrasonic sensor is disturbed by ambient noise, but unlike the infrared sensor, it accurately measures distances to objects of any color.

Keywords: navigation, blind people, assistive devices, sensors, distance measurement.

SATURS

| | |
|--|----|
| Apzīmējumu saraksts | 6 |
| 1. Ievads | 7 |
| 2. Navigācijas tifteltnikas izstrādes principi | 9 |
| 2.1. Izplatītākās kļūdas | 9 |
| 2.2. Vienotā tehnoloģiju pieņemšanas un izmantošanas teorija | 11 |
| 2.2.1. Paredzamais sniegums | 13 |
| 2.2.2. Paredzamais piepūles līmenis | 13 |
| 2.2.3. Sociālā ietekme | 13 |
| 2.2.4. Apstākļu veicināšana | 14 |
| 2.3. Tifteltnikas lietotāju īpatnības | 14 |
| 2.4. Baltais spieķis un tā nozīme | 16 |
| 2.4.1. Baltais spieķis kā simbols | 16 |
| 2.4.2. Priekšrocības un ierobežojumi | 16 |
| 2.4.3. Ergonomika un sociālie aspekti | 17 |
| 3. Neredzīgu cilvēku aptauja | 18 |
| 3.1. Aptaujas metodika | 18 |
| 3.2. Aptaujas dalībnieki | 18 |
| 3.3. Jautājumu kategorijas | 21 |
| 3.4. Jautājumi | 21 |
| 3.5. Rezultātu kopsavilkums | 22 |
| 4. Ultraskaņas un infrasarkanu sensoru pielietošana | 25 |
| 4.1. Ultraskaņas sensora un infrasarkanā sensora salīdzinājums | 25 |
| 4.2. Eksperimentāla prototipēšana | 26 |
| 4.3. Izmantotie materiāli | 27 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.3.1. | Ultraskaņas sensors | 27 |
| 4.3.2. | Infrasarkanais sensors | 28 |
| 4.3.3. | <i>Arduino Due</i> un <i>Arduino</i> programmatūra | 29 |
| 4.3.4. | Papildus materiāli | 30 |
| 4.4. | Sistēmas un darbības apraksts | 31 |
| 4.5. | Iegūtie dati | 33 |
| 5. | Rezultāti | 40 |
| 6. | Secinājumi | 42 |
| 7. | Izmantotā literatūra un avoti | 43 |
| | Pielikumi | 47 |

APZĪMĒJUMU SARAKSTS

Tiflotehnika - jebkura veida ierīce, prece vai produktu sistēma, neatkarīgi no tā vai tā ir iegādāta komerciāli, modificēta vai pielāgota, lai uzlabotu un uzturētu personas ar invaliditāti funkcionālās spējas un ikdienas dzīves kvalitāti.

UTAUT – vienotā tehnoloģiju pieņemšanas un izmantošanas teorija (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology).

Neredzīgs cilvēks – cilvēks, kas smagu redzes bojājumu rezultātā zaudējis redzi pilnībā, nevar vai ļoti vāji var saskatīt gaismu.

Vājredzīgs cilvēks – cilvēks ar nopietniem redzes bojājumiem, atšķirībā no neredzīga cilvēka var saskatīt gaismu un objektu kontūras.

Baltais spieķis - neredzīgo cilvēku simbols, neredzīgo pārvietošanās un šķēršļu noteikšanas palīgīdzeklis.

1. IEVADS

Lielākajai daļai ikdienas aktivitāšu, redze ir galvenā un izmantotākā cilvēku maņa. Vairāk nekā miljons redzes nerva šķiedru katrā acī katru sekundi smadzenēm nodod milzīgu informācijas daudzumu, un tad šīs informācijas apstrādē iesaistīta liela smadzeņu daļa. Visjūtamākās sekas no redzes zaudēšanas ir ikdienā paveicamo darbu skaita samazinājums, kuros iesaistīta tieši redze un redzes lauks [4].

Cilvēki galvenokārt paļaujas uz redzi, lai apzinātos savu atrašanās vietu, pārvietotos apkārtējā vidē, atpazīstu priekšmetus un lietas apkārtnē un to izvietojumu. Šādas darbības parasti tiek sauktas par “orientēšanos” vai “ceļa meklēšanu”. Taču spēja ieraudzīt un izvairīties no tuvumā esošiem šķēršļiem ir “mobilitāte”. Redzes trūkums praktiski izslēdz visu trīs šo darbību veikšanu, un ir ļoti grūti iemācīties ieintegrēt uztveri no citām maņām, atmiņām vai mutiskiem aprakstiem tā, lai izveidotas priekšstats par apkārtējo vidi to neredzot. Līdz ar to, navigācijas tiftotehnikas mērķis ir sniegt lietotājiem nepieciešamos datus, lai nokļūtu tam vēlamajā galamērķī droši un pieņemamā laikā. Šajā jomā veikti daudzi pētījumi un eksperimenti, tomēr vēl joprojām pasaulē vispopulārākais un izmantotākais palīglīdzeklis ir baltais spieķis [2].

Darba mērķis ir izpētīt, kāpēc tieši neredzīgo cilvēku izmantotajai tiftotehnikas daudzveidībai ir gadu laikā bijusi tik maza attīstība, kāpēc jaunās izveidotās ierīces nenonāk līdz lietotājiem, un kas būtu jāievēro tiftotehnikas veidotājiem, lai jaunā ierīce patiesi spētu risināt neredzīgu cilvēku navigācijas problēmas. Kā arī noskaidrot neredzīgu cilvēku viedokli par esošo navigācijas tiftotehniku, un ņemot vērā izpērito un no aptaujas noskaidroto viedokli, eksperimentējot pārbaudīt divu sensoru funkcionalitāti, kas potenciāli varētu būt kā pamata ideja šķēršļu noteikšanas tiftotehnikai.

Darbs sastāv no trīs galvenajām nodaļām. Pirmajā nodaļā (saturā - 2.nodaļa) tiek pētīti navigācijas tiftotehnikas izstrādes principi, tai skaitā izplatītākās kļūdas navigācijas ierīču izstrādē, baltā spieķa nozīme, tiftotehnikas lietotāju īpatnības un neredzīgu cilvēku vajadzības attiecībā pret navigācijas palīgierīcēm. Nākamajā darba nodaļā, turpinot neredzīgu cilvēku vajadzību izpēti, apkopotī rezultāti par veiktu neredzīgu cilvēku aptauju par navigācijas palīgierīcēm, noskaidrojot to pieredzi lietojot palīgierīces navigācijai, viedokli par tām un domas par jaunu navigācijas ierīču izveidi.

Trešajā nodaļā tiek aprakstīts veiktais eksperiments, kur ņemot vērā iepriekšējās nodaļās izpētītās navigācijas tiftēhnikas izstrādes principus, tika izvēlēti divi sensori - ultraskaņas sensors un infrasarkanais sensors, salīdzinātas to iespējas noteikt šķēršļus un attālumus līdz tiem dažādās vidēs.

2. NAVIGĀCIJAS TIFLOTEHNIKAS IZSTRĀDES PRINCIPI

Baltie spieķi un suņi - pavadoņi ir patiesi pārbaudītas un pārlicinoši noderīgas navigācijas palīgierīces, līdz ar to, vēl joprojām nav skaidrs, vai neredzīgi cilvēki vispār vēlas un uzskata par nepieciešamām jaunas papildus elektroniskas ierīces, kas teorētiski sniegtu plašāku informāciju par apkārtējo vidi un mobilitātes iespējām tajā. Tas gan nenozīmē, ka jaunizveidota tiflotehnika nevar izrādīties kā efektīvs un strādājošs palīglīdzeklis, taču pirms veido jaunu palīglīdzekli, ir vērts noskaidrot, vai cilvēkiem, kuri lieto ierīci, liksies, ka attiecībā pret izmaksām, ieguvumi no ierīces būs pietiekami daudz un kvalitatīvi, lai būtu tā vērts veltīt arī papildus laiku mācoties to lietot un ieintegrēt ikdienā [9].

Senāk ļoti minimāli tika apsvērti alternatīvi ievades vai izvades risinājumi, lai jebkuram cilvēkam pieejamo vizuālo informāciju varētu efektīvi saņemt arī neredzīgi cilvēki, tomēr nu jau arvien vairāk pasaulē šī problēma tiek apzināta, un šo vajadzību nodrošināšanai ir veiktas vairākas izmaiņas saistītajos likumos. Izveidoti vairāki akti, kas nosaka prasības jaunām informāciju sistēmām, lai jebkurš cilvēks ar invaliditāti varētu tām ērti piekļūt. Lielie informāciju tehnoloģiju ražotāji, piemēram, *Microsoft* un *Apple*, ir integrējuši vairākās dažādas pieejamības un lietojamības iespējas savās operētājsistēmās, taču trešo pušu pārdevēji nu arvien vairāk ražo īpašu piekļuves aparāturu, kas papildina standarta tehnoloģiju konfigurācijas. Lai gan šie veiktie pasākumi ierīču pielāgošanā var izklausīties daudzsološi, daudzi uzdevumi prasību izstrādē lielākajai daļai tehnoloģiju veidotāju sagādā diezgan lielas problēmas, un tā rezultātā kāda no lietotāju grupām mēdz tikt ignorēta [8].

2.1. Izplatītākās kļūdas

Pētot informāciju par esošajiem navigācijas palīglīdzekļiem un meklējot kādi jauni risinājumi tiek piedāvāti, ir iespējams atrast ļoti daudz un dažādus pētījumus un eksperimentus, kuru rezultātā izveidota kāda jauna ierīce, kas palīdzētu navigēt cilvēkiem ar redzes traucējumiem [4], taču Latvijā un arī citur pasaulē galvenokārt tiek izmantoti tikai baltais spieķis, GPS navigācija viedtālrunos un suņi – pavadoņi. Piedāvātie jaunie risinājumi bieži vien ir ļoti daudzsološi un kvalitatīvi, taču tie gandrīz nekad netiek līdz pašiem lietotājiem. Tam definē trīs galvenos iemeslus [3]:

1) “Inženierzinātnes lamatas”.

Pārsvarā visu jaunizveidotu palīgierīču sākotnējais mērķis ir risināt kādu praktisku problēmu, kas pirmajā brīdī šķiet ļoti noderīgi. Taču diezgan bieži šo praktisko problēmu ir nedefinējis pašas palīgierīces izstrādātājs, un tālāk arī izstrādes procesā, ierīces izveides risinājumi tiek veidoti atkarībā no tehnisko rīku pieejamības. Rezultātā mēdz rasties šīs “inženierzinātņu lamatas”, kas nozīmē, ka tiek izstrādāts iespējams interesants un no dizaina un lietojamības viedokļa elegants produkts, kura mērķis ir atrisināt reālu problēmu, taču realitātē tas nav lietotājiem lietderīgs un neatrisina reālās ikdienas problēmas. Lai izvairītos no “lamatām”, izstrādes procesā ir vērts iekļaut vairākus gala lietotāju novērtējošus uzdevumus:

- Precīzi identificēt lietotāju grupu, kurai ir paredzēta palīgierīce,
- Novērtēt lietotāju vajadzības, risinājuma detaļas, kuri pēc mērķa grupas domām ir nepieciešami,
- Noteikt, vai izveidotā ierīce būs funkcionāla ne tikai tehniski, bet arī saistībā ar mērķa grupas informācijas apstrādes iespējām un praktiskiem ierobežojumiem.

Minētie pirmais un trešais uzdevums parasti tiek ievēroti jebkuras jaunas ierīces izstrādē, taču otrais punkts bieži tiek pilnībā ignorēts. Sekas šī punkta neievērošanai - tiek izveidota ierīce, kurai ir maza funkcionālā lietderība, kam seko mērķa grupas nevēlēšanās par ierīci maksāt un to lietot [4].

2) Nepietiekamas zināšanas.

Ierīču un mobilo lietotņu dizaineri ir pieredzējuši attīstīt vizuālās saskarnes mājaslapām, mobilajām lietotnēm, taču viņiem bieži vien pietrūkst zināšanu par kognitīvajiem faktoriem, ne vizuālās uztveres specifiskām un teorijām un ar sensoriem saistītajiem sarežģījumiem. Tas var būtiski ietekmēt maņu aizstājējierīces izstrādi, kuras mērķis ir pārveidot informāciju no viena kanāla (piemēram, vizuāla ievade ar kameras palīdzību) par izvadi ar citu kanālu (piemēram, dzirdes vai taustes stimulācija). Svarīgi ir labi izprast katru aspektu par maņu mijiedarbību, un kā tas notiek neredzīgu cilvēku kognitīvajā pasaulē. Nepietiek tikai ar algoritma uzrakstīšanu, kas pārveido vizuālo informāciju par audio materiālu, šai pārejai jābūt dabiskai un intuitīvai, lai to būtu viegli uztvert un lai tā būtu jēgpilna [3].

3) Nepietiekami specifiskas ierīces.

Lielākā daļa tiftotehnikas ir izstrādāta, lai kalpotu kā universāla ierīce kādai lielai, vispārīgai problēmai. Tomēr vērtīgāk būtu izstrādāt tehnoloģiju, kas risinātu konkrētu vajadzību vai problēmu, ko ir nodefinējuši paši tiftotehnikas lietotāji kā aktuālu. Ierīcei vajadzētu galvenokārt nodot konkrētu nepieciešamo apkārtējās vides informāciju lietotājam, tam pietiekami ērtā un saprotamā veidā, vēlams ar iespēju izvēlēties informācijas daudzumu un saņemšanas veidu. Taču viena no būtiskākajām prasībām tomēr paliek prasība neradīt papildus apgrūtinājumus neredzīga cilvēka ikdienā, un tas nozīmē, ka jaunajai tehnoloģijai jāspēj papildināt, nevis traucēt citas ikdienā izmantojamās tehnoloģijas vai veicamās darbības, tai jābūt viegli apgūstamai, ērti lietojamai un tā nedrīkst radīt pārlietu lielas izmaksas [3]. Svarīgi arī saprast, ka lielākā daļa navigācijas tiftotehnikas ir domāta, lai papildinātu, nevis aizstātu balto spieķi vai suņu pavadoni [9].

2.2. Vienotā tehnoloģiju pieņemšanas un izmantošanas teorija

Socioloģijā, psiholoģijā un arī datorzinātnēs bieži vien tiek izmantotas daudzas dažādas teorijas un modeļi, kas palīdz izprast un uzlabot jaunu konceptu vai tehnoloģiju ieviešanu, pieņemšanu un izmantošanu. Apvienojot vairākas šādas teorijas un modeļus, Viswanath Venkatesh, Michael G. Morris, Gordon B. Davis un Fred D. Davis 2003.gadā formulēja konceptuālu pamatsistēmu, kas izskaidro jaunu informācijas sistēmu pieņemšanu - vienotās tehnoloģiju pieņemšanas un izmantošanas teorija [6]. Tās pamatā galvenokārt ir astoņi teorētiskie modeļi:

1. Personālā datora lietošanas modelis - modelis, kas atvasināts no psiholoģijas teorijas par cilvēka uzvedību, kas paredz informācijas tehnoloģijas pieņemšanu un izmantošanu,
2. Inovāciju difūzijas teorija – uz socioloģiju balstīts modelis, kas kopš 19.gs. sešdesmitajiem gadiem tiek izmantots, lai pētītu inovācijas,
3. Tehnoloģijas pieņemšanas modelis – informāciju sistēmu kontekstā izstrādāts modelis informāciju tehnoloģiju pieņemšanas prognozēšanai,
4. Saprātīgas rīcības teorija – teorija par cilvēka uzvedību, kas balstīta un psiholoģiju,
5. Plānotās uzvedības teorija – paplašināta saprātīgās rīcības teorija, pievienojot tai faktorus par uztvertās uzvedības kontroli,

6. Apvienotais modelis no tehnoloģijas pieņemšanas modeļa un plānotās uzvedības teorijas,
7. Sociālā kognitīvā teorija – teorija par cilvēku uzvedību,
8. motivācijas modelis – no psiholoģijā izmantotās motivācijas teorijas izveidots modelis, kas tiek pielāgots vajadzīgajam kontekstam

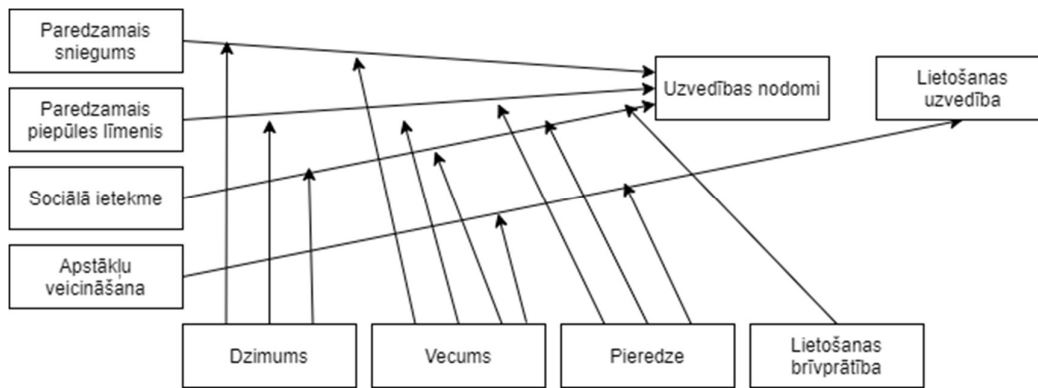
[5].

Eksistē daudz pētījumu par jauniem modeļiem un teorijām, bet ir ļoti maz pētījumu, kas empīriski salīdzina dažādas esošas teorijas un modeļus. 2.1. attēlā redzams vienotās tehnoloģiju pieņemšanas un izmantošanas teorijas jeb *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) modelis, kurš apvieno analizējot astoņus konkurējošus modeļus, analizējot un mēģinot izskaidrot lietotāju tehnoloģiju pieņemšanas un lietošanas nodomus un viedokli [7].

UTAUT tehnoloģiju pieņemšanas modelis mērķis ir definēt un izskaidrot lietotāju nodomus, viedokli un izpratni izmantojot kādu informācijas sistēmu un turpmāko lietošanas uzvedību [5]. Teorija uzskata, ka pastāv četri galvenie uzbūves elementi:

1. paredzamais sniegums (*performance expectancy, PE*),
2. paredzamais piepūles līmenis (*effort expectancy, EE*),
3. sociālā ietekme (*social influence, SI*),
4. apstākļu veicināšana (*facilitating conditions, FC*).

Papildus četriem galvenajiem elementiem, UTAUT modelis ietver papildus arī neatkarīgos mainīgos lielumus – dzimumu, vecumu, pieredzi un lietošanas brīvprātību. Neatkarīgie lielumi palīdz sasaistīt galvenos elementus ar uzvedības nodomu un lietošanas uzvedību [6] – skat. att. 2.1.



2.1.att. Vienotās tehnoloģiju pieņemšanas un izmantošanas teorijas modelis (UTAUT) [6]

2.2.1. Paredzamais sniegums

Paredzamais sniegums ir līmenis, kādā lietotājs uzskata, ka jaunās tehnoloģijas izmantošana palīdzēs uzlabot un vairot sasniegumus problēmā, kas tiek risināta ar šo jauno tehnoloģiju. Tā kā UTAUT modelis ir vairāku senāk izmantotu modeļu kombinācija, paredzamā snieguma mainīgais lielums tika izveidots no pieciem faktoriem šajos iepriekšējos modeļos: uztveramā lietderība, ārējā motivācija, darba piemērotība, relatīvajās priekšrocības un gaidāmais rezultāts [7].

2.2.2. Paredzamais piepūles līmenis

Paredzamais piepūles līmenis ir jaunās tehnoloģijas izmantošanas ērtums. Iepriekš minētajos senākajos modeļos paredzamo piepūles līmeni sasaista no semantiskā viedokļa ar uztverto lietošanas vienkāršību un sarežģītību [7].

2.2.3. Sociālā ietekme

Kā sociālā ietekmē tika mērīts līmenis, kādā jaunās tehnoloģijas lietotājs ņem vērā apkārtējos cilvēkus un vidi, kā uztver citu cilvēku viedokli, cik svarīgi lietotājam ir zināt, ka arī citi lieto jauno tehnoloģiju. Sociālās ietekmes mainīgā izveidi ietekmēja subjektīvo normu, sociālo faktoru un vizuālā tēla faktori no iepriekšējiem modeļiem [7].

2.2.4. Apstākļu veicināšana

Apstākļu veicināšanas mainīgais attiecas uz līmeni, kādā jaunās tehnoloģijas lietotājs vērtē, cik pieejama ir tehniskā un organizatoriskā infrastruktūra, kas nepieciešama jaunās tehnoloģijas ieviešanai ikdienas lietošanā un apgūšanai. Šis mainīgais no iepriekšējiem modeļiem ietver uzvedības kontroles atvieglojošo apstākļu un adaptēšanās spējas faktorus [7].

2.3. Tiflotehnikas lietotāju īpatnības

Neredzīgajiem cilvēkiem ir īpašas prasības lietojot jebkuru tehnoloģiju un informācijas sistēmu. Gandrīz jebkura tehnoloģija, jau īpaši datori un mobilās ierīces ir vizuāla rakstura tehnoloģijas. Tāpēc, lai tehnoloģija būtu pieejama jebkuram cilvēkam, nepieciešams apsvērt atbilstošus ievades un izvades risinājumus un lietošanas specifikas [8].

Viena no ļoti būtiskām lietām, kas jāņem vērā par neredzīgiem cilvēkiem, ir tā, ka visa šī mērķa grupa ir ļoti neviendabīga [2], un liela daļa no šīs cilvēku grupas ir vecāka gadagājuma cilvēki, jo daudzas no redzes problēmām rodas tieši uz vecumu, piemēram, acs glaukoma, retinopātija, u.c. Līdz ar to jau īpaši jāpievērš uzmanība ierīces lietojamībai, jo vecākiem cilvēkiem jaunas ierīces apgūšana var radīt lielākas grūtības nekā jauniem cilvēkiem, kas arī var novest pie tā, ka ierīce netiek lietota. Pētījumi arī liecina, ka vecākiem cilvēkiem daudz biežāk reizē ar redzes traucējumiem ir sastopami papildus kādi fiziski vai kognitīvi traucējumi, kas tikai vēlreiz apliecina, ka jaunajai ierīcei jābūt ļoti viegli lietojamai, bez īpašas apmācības un tās izdotajai informācijai jābūt ļoti viegli intuitīvi saprotamai [9].

Navigācijas mērķis redzīgiem un neredzīgiem cilvēkiem ir vienāds - droša pārvietošanās no sākumpunkta līdz galamērķim. Taču vienai un otrai cilvēku grupai pieejamā informācija par apkārtējo vidi ir pilnīgi atšķirīga. Lai izprastu neredzīgu cilvēku navigācijas izaicinājumus, ir jāspēj novērtēt informācijas daudzums apkārt esošajā telpā. Piemēram, ja cilvēks iet no savas mājas līdz pastkastītei, viņa kustības pilnībā vada vizuālā uztvere. Cilvēks ievēro tālāk esošo pastkastīti, noskata ceļu līdz tai, izvērtē kādi šķēršļi ir pa ceļam un novērtē kā tos apiet, izmantojot īsāko ceļu līdz mērķim. Visticamāk, persona vispār nepievērš uzmanību skaņām no vides. Izmantojot

vizuālo uztveri, ir elementāri saprast objektu telpisko mijiedarbību apkārtējā vidē un to, kā mainās attiecības starp cilvēku un šiem objektiem, pārvietojoties. Parasti izmanto vizuālo uztveri, lai novērtētu attālumu un virzienu līdz mērķim, noteiktu trajektoriju, taču to visu iespējams noteikt arī izmantojot taustes, dzirdes vai ožas informāciju, kā arī signālus no elektroniskiem palīglīdzekļiem [9].

Tiek definētas vairākas neredzīgu cilvēku prasības attiecībā uz navigācijas tīflotehnikas variantiem, kāda veida informācija būtu noderīga par apkārtējo vidi:

- "Šķēršļi, kas atrodas tieši priekšā ierīces lietotājam, to atrašanās vieta un, vēlams, veids." - palīdzība šķēršļu pārvarēšanai.
- Informācija par "ceļu vai virsmu, pa kuru ierīces lietotājs pārvietojas, piemēram, faktūra, reljefs, gaidāmie soļi" utt.
- "Objektu novietojums un veids ceļa malās", t. i, dzīvžogi, sētas, durvju ailes, utt.
- Informācija, kas palīdz lietotājiem "turpināt ceļu taisni, it īpaši, ja ir konkrēts mērķis, uz ko jāiet".
- "Orientieru atrašanās vieta un identifikācija", ieskaitot iepriekš minētos, it īpaši sētas, durvis, utt.
- Informācija, kas "ļauj ierīces lietotājam izveidot mentālo karti, attēlu vai shēmu izvēlētajam maršrutam" [2].

Sākotnēji veidotās navigācijas palīgierīces risināja minētos pirmos divus punktus - šķēršļu noteikšana un ceļa virsma. Taču attīstoties tehnoloģijām, navigācijas tīflotehnika arī attīstās, un šobrīd, ar mākslīgā intelekta palīdzību, ir iespējams vairāk vai mazāk risināt katru no minētajiem punktiem [2].

Redze ir viena maņām, kuras funkcijas visplašāk mēģina aizstāt ar tehnoloģiju palīdzību. Taču ir pētījumi, kas pierāda, ka redzes trūkums ļoti būtiski maina smadzeņu darbību, kas savukārt nozīmē, ka dati no pētījumiem par telpiskās informācijas apstrādi, kas veikti redzīgiem cilvēkiem, var nebūt aktuāli vai pat var būt nepareizi par neredzīgiem cilvēkiem [4].

2.4. Baltais spieķis un tā nozīme

Baltais spieķis ir visbiežāk izmantotā palīgierīce cilvēkiem ar redzes traucējumiem, kuri vēlas pārvietoties patstāvīgi. Tas parasti taisīts no viegla metāla vai stikla šķiedras caurules. Spieķa garumu nosaka pēc individuāla izvēles, un tas var būt baltā vai metāliskā krāsā. Spieķa lietošanā izšķir vairākus dažādus paņēmienus kā to kustina un pārvieto, un katrs paņēmiens ir paredzēts konkrētam mērķim vai izmantošanai noteiktā vidē. Paņēmieni kopumā nodrošina pamatu drošai un efektīvai nokļūšanai no viena punkta uz otru [10].

2.4.1. Baltais spieķis kā simbols

Baltais spieķis nav tikai instruments, ko izmanto patstāvības paaugstināšanai - tas ir arī neredzīgo cilvēku simbols mūsu sabiedrībā. Baltais spieķis signalizē par neredzīga cilvēka esamību uz ielas autovadītājiem, velobraucējiem un pretimnācējiem, un tikai pēc tam tas ir paredzēts dažādu šķēršļu un apmaļu uztautīšanai. Navigācijas lietotne telefonā sniedz konkrētas balss norādes par personas atrašanās vietu, tuvojošos krustojumu vai ceļu līdz galamērķim, taču šādai lietotnei nav tādu funkciju kā, piemēram, brīdināt apkārtējos cilvēkus, ka pretī nāk neredzīgs cilvēks. [11].

2.4.2. Priekšrocības un ierobežojumi

Baltais spieķis ir lēts, uzticams, efektīvs, vienkāršs un veic tiešu fizisku mijiedarbību ar zemi. Tas paplašina neredzīgu cilvēku uztveršanas iespējas, labāk uztverot apkārtējo vidi un ļaujot viņiem izmantot dažādas metodes, kas palīdz noteikt šķēršļus zemes līmenī. Lietotājs ejot kustina balto spieķi pa kreisi un pa labi, lai varētu noteikt pakāpienus un apmales, kā arī priekšā esošus šķēršļus. Baltās spieķa šūpošanas paņēmieni palīdz noteikt objektu dabu, kā arī formu, cietību, izmērus, un palīdz veidot mentālās kartes ar apkārtējo vidi. [12].

Baltā spieķa ierobežojumi sevī ietver nespēju noteikt pēkšņi radušos šķēršļus – strauji riteņbraucēji, krītošas lietas. Kā arī, grūti ir uztvert caurumus zemē, un pārāk zemus vai augstus šķēršļus, jo spieķis, piemēram, netiek celts galvas līmenī. Šos minētos pēkšņos šķēršļus bieži vien palīdz noteikt citas maņas – dzirde vai oža [13],

taču arvien biežāk tiek veidoti elektroniski palīglīdzekļi, kas ar dažādu sensoru palīdzību palīdz noteikt arī objektus, ko tikai ar balto spieķi neizdodas [14].

2.4.3. Ergonomika un sociālie aspekti

Svarīgi faktori baltā spieķa papildināšanai ar papildus palīgierīcēm ir ergonomika un sociālā atzīšana. Pārāk liela izmēra vai pārāk liela skaita papildus ierīču ieviešana, kas tiktu novietota uz baltā spieķa vai pat uz cilvēka, var radīt diskomfortu, lietotājs var ātri nogurt un atteikties to izmantot. Tiflotehnikai vajadzētu pēc iespējas samazināt un vienkāršot papildus mācīšanos un jaunu tehnoloģiju apgūšanai veltīto laiku, un palīdzēt lietotājam to ātri integrēt ikdienā ar minimālu papildus informāciju un kognitīvu slodzi. Jāpievērš uzmanība arī lietotāja un jaunās sistēmas mijiedarbībai, lai tā neapgrūtinātu un neietekmētu lietotāja dabiskās kustības, un būtu iespējams veikt visas ikdienišķās darbības. Informācijas izvade šādām palīgtehnoloģijām var būt vibrācija, haptiska vai audio informācija. Tomēr nepārtraukta dzirdama informācija var pārslogot lietotāju un traucēt tam uztvert parastās skaņas no apkārtējās vides, piemēram, satiksmes troksni vai cilvēkus apkārt. Audio informāciju var nodot caur austiņām, taču tām nevajadzētu bloķēt atbalsis un citas būtiskas skaņas no apkārtnes, kas palīdz izprast atrašanās vietu un palīdz drošāk navigēt. Navigācijas tiflotehnikai būtu jānodrošina lietotāja drošība navigācijas laikā, īpaši šķērsojot ceļu ar intensīvu satiksmi. Diennakts tumšajā laikā ierīce arī varētu brīdināt citus satiksmes locekļus par lietotāja piedalīšanos satiksmē ar LED gaismu palīdzību. Tomēr arī šāda ierīces funkcija būtu jāapsver uzmanīgi, lai to dēļ ierīces lietotāji netiktu sociāli atstumti, vai ierīces dēļ lietotājiem nerastos papildus apdraudējumi.

Rezumējot, navigācijas tiflotehnikai vajadzētu radīt lietotājiem aptuvenu priekšstatu par apkārtējo vidi, par kuru attiecīgā informācija tiek efektīvi nodota lietotājam, neietekmējot viņu ergonomiku, drošību un sociālo pieņemšanu, lai neredzīgi cilvēki varētu brīvi, neatkarīgi un pārlicinoši pārvietoties sabiedrībā [12].

3. NEREDZĪGU CILVĒKU APTAUJA

Potenciālo navigācijas ierīču lietotāju reālo vajadzību, iespēju izzināšanai un viedokļa par navigācijas palīgierīcēm kopumā un arī potenciālo jaunu produktu noskaidrošanai, tika veikta lietotāju aptauja. Tika aptaujāti 11 neredzīgi cilvēki un cilvēki ar smagiem redzes traucējumiem. Aptauja bija pieejama un tika aizpildīta elektroniski. Aicinot cilvēku to aizpildīt, tika uzsvērts, ka aptauja ir anonīma un ievāktie dati tiks izmantoti tikai šī bakalaura darba izstrādē. Šajā nodaļā tiek aprakstīta aptaujas jautājumos izmantotā metodika un analizēti iegūtie rezultāti.

3.1. Aptaujas metodika

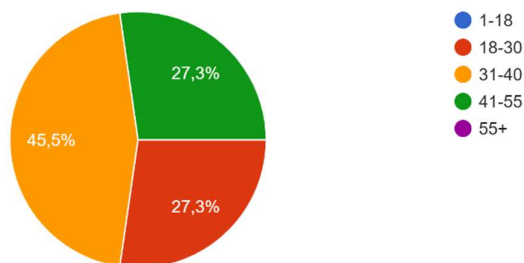
Aptaujas pamatā tiek izmantota jau esoša aptauja, ko izveidojuši B. Chaudary, P. Pulli, I. Paajala, E. Keino 2016.gada pētījuma “Tālvadības navigācijas sistēma vājredzīgiem un neredzīgiem cilvēkiem” [1] ietvaros. Par pamatu aptaujai autori ņēmuši vienotā tehnoloģiju pieņemšanas un izmantošanas teorijas modeļa (UTAUT) paplašināto versiju, pielāgojot jautājumus vājredzīgiem un neredzīgiem cilvēkiem. UTAUT modeli jaunu tehnoloģiju izstrādātāji var izmantot, lai iegūtu zināšanas par sava produkta lietojamību, dizainu un uzlabošanas iespējām, uzzinot viedokli tieši no produkta esošajiem vai potenciālajiem lietotājiem [1]. Oriģinālās aptaujas lielai daļai jautājumu, atbildes bija paredzētas kā Likerta skalas varianti, taču šajā darbā šie jautājumi tika nedaudz modificēti, lai aptaujas dalībniekiem, būtu dota iespēja atbildēt arī īsu tekstu.

3.2. Aptaujas dalībnieki

Aptaujā piedalījās 11 neredzīgi cilvēki un cilvēki ar smagiem redzes traucējumiem. No 11 dalībniekiem piecas bija sievietes un seši – vīrieši. Aptaujas dalībnieki bija attiecīgi vecuma grupās (att. 3.2.1.):

- 18-30 gadi, 27,3%
- 31-40 gadi, 45,5%
- 41-55 gadi, 27,3%

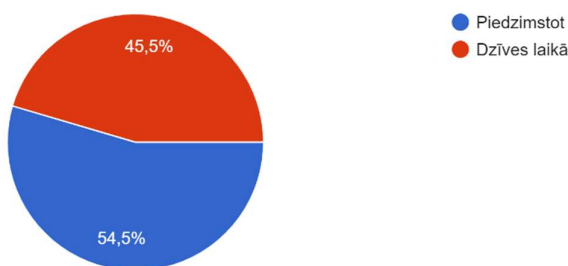
Vecuma grupa
11 atbildes



3.2.1.att. Aptaujas dalībnieku sadalījums pa vecuma grupām (%)

Lielākā daļa (54,5%) no aptaujas dalībniekiem redzes traucējumus ieguvuši jau piedzimstot, pārējie – dzīves laikā (att.3.2.2.), taču visiem dalībniekiem tas bijis pirms vairāk kā 20 gadiem. Septiņi no aptaujas dalībniekiem ir neredzīgi, bet pārējie četri ir ar dažāda veida smagiem redzes traucējumiem.

Redzes traucējumus ieguvu:
11 atbildes

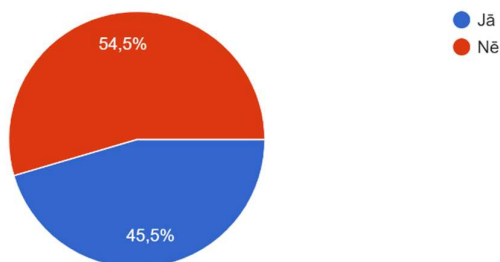


3.2.2.att. Aptaujas dalībnieku sadalījums pēc redzes traucējumu iegūšanas laika (%)

Ņemot vērā, ka lielākā daļa dalībnieku ir neredzīgi, nozīmīgs fakts ir, ka 54,5% (att. 3.2.3.) no aptaujas dalībniekiem ikdienā vispār nav pieejams asistents vai atbalsta persona, kam vajadzības gadījumā lūgt palīdzību. No tiem 45,5%, (att. 3.2.4.) kam šāds cilvēks ir pieejams, tikai 3 cilvēki nedēļā uz to var paļauties vairāk kā 40 stundas, viens

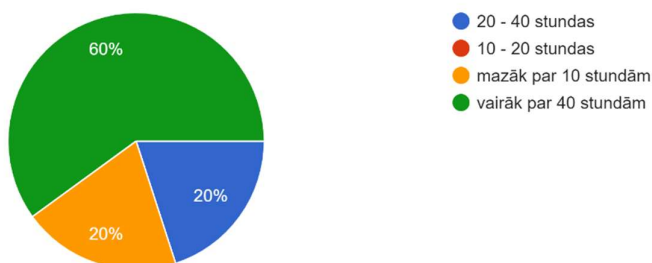
cilvēks var paļauties uz palīdzību 20-40 stundas nedēļās, un viens cilvēks var rēķināties ar palīdzību mazāk kā 10 stundas nedēļā.

Vai jums ir atbalsta persona/asistents, kuram vajadzības brīdī lūgt palīdzību?
11 atbildes



3.2.3.att. Asistenta/atbalsta personas pieejamība (%)

Cik stundas nedēļā šis cilvēks jums ir pieejams?
5 atbildes



3.2.4.att. Asistenta/atbalsta personas pieejamība (tiem, kam vispār tāds ir) –
stundu skaits nedēļā

Viens no visiem aptaujas dalībniekiem nelieto viedtālruni.

Tomēr lielākā daļa – 54,5% - ikdienā lieto balto spieķi, bet tikai divi cilvēki ir kādreiz izmantojuši kādu citu navigācijas palīgierīci neskaitot balto spieķi vai līdzcilvēku palīdzību, un abos gadījumos tas ir bijis suns – pavadonis. No tā var secināt, ka neviens no aptaujas dalībniekiem nekad nav lietojis nekādu citu, nestandarta navigācijas tiftelotniku.

3.3. Jautājumu kategorijas

Aptaujas jautājumi tika iedalīti kategorijās, kas balstās uz UTAUT modeli definētajām kategorijām. Attiecīgo kategoriju katram aptaujā izmantotajam jautājumam var apskatīt Pielikumā Nr.1. Katra kategorija nosaka jautājuma veidu, un to, kāda veida informāciju katrs jautājums prasa no aptaujas aizpildītāja. Kategorijas ir sekojošas:

- paredzamais sniegums (PE),
- paredzamais piepūles līmenis (EE),
- sociālā ietekme (SI),
- apstākļu veicināšana (FC),
- hedoniskā motivācija (HM),
- cenas vērtība (PV),
- ieradums (HA),
- trauksmes (ANX),
- attieksme (ATT)
- fona jautājumi (BG),
- īpašu palīgtechnoloģiju potenciāls (SPE),

[1].

3.4. Jautājumi

Aptaujā (Pielikums Nr.1) ir 37 jautājumi, no kuriem pirmie 5 ir informatīvi jautājumi, kas sniedz vispārīgu informāciju par aptaujas dalībnieku. Tie ir jautājumi par personas dzimumu, vecumu, un to, kurā dzīves posmā cilvēks kļuva neredzīgs vai ieguva redzes traucējumus.

Pēc tiem seko 7 jautājumi par personas pieredzi ar tiftelnetiku, noskaidrojot vai persona lieto, ir lietojusi un kādās situācijās lieto kādu no šobrīd pieejamajiem palīgīdzekļiem, vai personai ir asistents, kas palīdz vai varētu palīdzēt ikdienas gaitās, kā arī par to, vai persona lieto viedtālruni.

Pārējie 25 jautājumi ir formulēti kā apgalvojumi un aptaujas dalībniekiem bija īsā tekstā jāuzraksta savs viedoklis par to, vai piekrīt vai nepiekrīt apgalvojumam, un pēc izvēles bija arī iespēja pierakstīt īsu komentāru. No šiem apgalvojumiem tika noskaidrota personas attieksme par navigācijas palīgierīcēm, par to vai tās kopumā ir noderīgas, ērti lietojamas, saprotamas, vai persona būtu gatava iegādāties jaunu palīgierīci, un vai būtu gatava veltīt laiku tās apgūšanai. Papildus tam tiek jautāts arī par apkārtējo cilvēku un tuvinieku attieksmi vispārīgi un arī par palīglīdzekļiem.

3.5. Rezultātu kopsavilkums

Pieejamo navigācijas tīfrotehniku aptaujas dalībnieki lieto dažādi. Kā redzams 3.2. sadaļā, 54,5% jeb 6 cilvēki no 11 lieto ikdienā balto spieķi, diviem cilvēkiem ir vai ir bijis suns – pavadonis. Šie abi palīglīdzekļi nodrošina reāllaika informāciju par apkārtesošajiem šķēršļiem, taču astoņi cilvēki rakstīja, ka izmanto *GoogleMaps* vai *Waze* navigācijas lietotņu palīdzību, kas nozīmē, ka lielākā daļa aptaujas dalībnieku izmanto gan ierīces šķēršļu noteikšanai, gan pareizā ceļa atrašanai līdz kādam galamērķim.

Deviņi no aptaujas dalībniekiem piekrita, ka navigācijas palīglīdzekļi padara došanos ārpus mājas patīkamāku, taču divi dalībnieki, atbildēja, ka nevar īsti piekrist, bet arī neapstrīd, jo, lai arī pārvietošanos šādas ierīces atviegļina, tomēr tie tāpat nerada pārliecinošu drošības sajūtu. Šāds viedoklis, gan parādījās arī citiem aizpildītājiem nākamajos jautājumos, jo tikai 6 no 11 cilvēkiem atbildēja, ka viņiem patīk lietot navigācijas palīglīdzekļus, bet pārējie komentēja, ka ne vienmēr to lietošana ir ērta, un ir gadījies arī saņemt kļūdainu informāciju, kas “neredzīgu cilvēku vēl vairāk izsit no sliedēm”. Līdz ar to arī 6 dalībniekiem, šo ierīču lietošana, nemaz nav pārtapusi par ieradumu, un lai arī ir noderīgi tos lietot ārpus telpām, ne vienmēr tie rada komfortu, kā arī tikai 5 dalībnieki piekrita, ka navigācijas ierīces ikdienas darbus ļauj paveikt ātrāk un komentēja, ka “bez tiem nevarētu izdarīt praktisko neko, izņemot pavisam pierastus darbus mājās”.

Jautājumos par navigācijas ierīču cenu un to vai cilvēks būtu gatavs tērēt naudu, lai iegādātos jaunu palīgierīci navigēšanai, 3 no aptaujas dalībniekiem apgalvoja, ka navigācijas palīglīdzekļi ir par pieejamu cenu, bet pārējie nepiekrita vai nevarēja komentēt, jo Latvijā baltais spieķis tiek apmaksāts par valsts naudu, viedtālrunis, kurā

iespējams lietot navigācijas lietotnes, jebkurā gadījumā tiek iegādāts, ne primāri kā palīglīdzeklis navigēšanai, un suns – pavadonis tiešām ir par nepieejamu cenu, līdz ar to daudzi pat šādu opciju nav apsvēruši. Tāpat arī tikai 3 cilvēki atbildēja, ka būtu gatavi tērēt naudu jaunai ierīcei, bet citi atbildēja, ka visdrīzāk to nevarētu atļauties.

Lielākā daļa jeb 54,5% dalībnieku izteicās, ka šobrīd pieejamās navigācijas palīģierīces nav viegli lietojamas, kā arī iepriekš tika minēts, tās mēdz iedot kļūdainu informāciju, kā arī 45,5% atbildēja, ka ierīču lietošana neliek justies droši, jo apkārtējā vidē vienmēr ir ļoti daudz nezināmā, par ko neviena ierīce nevar pabrīdināt. Taču 72,2% apgalvoja, ka viņiem ir pie kā vērstie pie palīdzības, ja ar kādu ierīci netiek galā vai rodas kāda problēma. Parasti gan cilvēki vērsas pie tuviniekiem pēc palīdzības, un arī 6 dalībnieki domā, ka ir noderīgi, ka tuvinieki nepārtraukti zina viņu atrašanās vietu, bet arī uzskata, ka būtu noderīgi, ja atrašanās vietas informāciju varētu nosūtīt tikai vajadzīgajos brīžos, kas noderētu kā atsevišķa ierīces funkcija. Šobrīd gan to iespējams izdarīt arī ar viedtālruni.

Jautājumos par sabiedrības attieksmi, aptaujas aizpildītāji apgalvoja, ka tikai 4 no 11 cilvēkiem teica, ka no viņu pieredzes apkārtējā sabiedrība ir atbalstoša un pretim nākoša, pārējie komentēja, ka apkārtējie cilvēki bieži vien nezina kā palīdzēt, apjūk, retākos gadījumos kāds mēdz būt pat rupjš. Pat sliktāks rezultāts ir par to pašu jautājumu par medicīnas personālu – tikai 3 no 11 cilvēkiem apgalvo, ka medicīnas personāls ir atbalstošs. Šie divi jautājumi ceļ gaismā sabiedrības neinformētību par cilvēkiem ar redzes traucējumiem un kā palīdzēt viņiem dažādās situācijās, kā arī liek domāt, ka liela daļa cilvēku vēl joprojām nav gatava līdz galam pieņemt cilvēkus ar īpašām vajadzībām kā daļu no sabiedrības.

Septiņi no aptaujas aizpildītājiem apgalvo, ka jaunas ierīces apgūšana visdrīzāk neradītu viņiem problēmas, ja ierīce nebūtu ļoti specifiskā, un arī 8 no 11 dalībniekiem saka, ka, ja kāda ierīce viņiem tiktu piešķirta, tad viņi būtu ar mieru veltīt laiku tās apgūšanai. Taču 7 no dalībniekiem atzina, ka nebūtu gatavi neko daudz mainīt savā ikdienā, jo vairākiem ir izveidojusies jau sava dienas rutīna, kurā jūtas ērti un droši, taču papildus uzdevumu veikšana varētu radīt grūtības, un arī tuvinieki diez vai būtu gatavi kaut ko būtiski mainīt, tikai lai jaunā ierīce tiktu lietota.

Visi aptaujas dalībnieki viennozīmīgi piekrita, ka navigācijas ierīču lietošana noteikti ir noderīga, un lielākā vai mazākā mērā tās noteikti palīdz realizēt kaut ko no

katru dienu ieplānotā. Kā arī nevienam no dalībniekiem nav sajūta, ka viņu redzes problēmas kaut kādā veidā vajadzētu “paslēpt” no apkārtējiem, bet drīzāk tieši vairāk sabiedrībai mācīt par cilvēkiem ar redzes traucējumiem, un īpašām vajadzībām kopumā, lai apkārtējie nejustos neērti, zinātu kā palīdzēt dažādās situācijās, kas gan vienai, gan otrai pusei noteikti palīdzētu justies ikdienā ērtāk, drošāk un pārliecinātāk.

4. ULTRASKAŅAS UN INFRASARKANO SENSORU

PIELIETOŠANA

Ņemot vērā navigācijas tiftotehnikas izstrādes principus un no veiktās aptaujas iegūtos neredzīgu cilvēku viedokļus, tika tālāk pētīts kāda funkcionalitāte ir pamatā navigācijas tiftotehnikai, kā iespējams nodrošināt specifiskās lietotāju vajadzības un kas varētu risināt definētās navigācijas problēmas.

Neredzīgo cilvēku navigācijā izmantotās palīgierīces atkarībā no informācijas, ko tie sniedz, var iedalīt divās kategorijās. Vizitplatītākās ierīces tiek izmantotas kā tikai pārvietošanās palīglīdzekļi - tās palīdz noteikt šķēršļus un ceļā traucējošu objektus. Šādi palīglīdzekļi parasti sniedz zemas izšķirtspējas informācijas par apkārtējo vidi [9]. Šķēršļu un objektu noteikšanai vislētāk un efektīvāk ir izmantot sensorus, piemēram, ultraskaņas, infrasarkanā staru, radaru, lāzeru, utt. [15]. Divi no šiem – ultraskaņas un infrasarkanā staru - tiks tālāk apskatīti sīkāk un izmantoti eksperimentā.

Otrā ierīču kategorijā ietilpst ierīces, kas nodod detalizētāku informāciju par vidi plašākā diapazonā. Šie palīglīdzekļi strādā kā redzes aizstāšanas ierīces[9]. Šajā nodaļā tiks apskatīti pirmās kategorijas palīglīdzekļos biežāk izmantotie sensori - ultraskaņas sensors un infrasarkanais sensors - to priekšrocības, funkcionalitāte un ierobežojumi. Kā arī tiks eksperimentēts ar minētajiem sensoriem veidojot triviālu prototipu šķēršļu un objektu noteikšanas ierīcei.

4.1. Ultraskaņas sensora un infrasarkanā sensora salīdzinājums

Ultraskaņas sensors distances mērīšanai izmanto *time-of-flight* metodi (ToF) (burtiski – lidojuma laika metodi), kas attiecas uz laiku, kas vajadzīgs, lai ultraskaņas impulss virzītos no raidītāja, atstarotos pret priekšā esošo objektu un tad nonāktu atpakaļ uztvērējā. Ultraskaņas sensorus plaši izmanto, lai risinātu kartēšanas un lokalizācijas problēmas. Sensors caur vienu no elektriskajiem pārveidotājiem izstaro augstas frekvences skaņas viļņus (40kHz) un caur otru pārveidotāju uztver gaisā atstarotos impulsus, un pārveido to proporcionālā sprieguma svārstībās [19].

Ultraskaņas sensorus ļoti daudz izmanto, jo tiem ir šādas priekšrocības:

- Sensors ir ārkārtīgi izturīgi, padarot to piemērotu pat smagiem laikapstākļiem,
- Sensora virsma attīra sevi vibrējot, padarot sensoru nejūtīgu pret netīrumiem,
- Fiziskais princips - skaņas izplatīšanās - darbojas ar dažiem izņēmumiem praktiski jebkurā vidē,
- Ultraskaņas sensori ir izturēju savu uzticamību un izturību praktiski visās rūpniecības nozarēs [20].

Ultraskaņas viļņu pārvietošanās ātrumu gaisā parasti ietekmē tādi faktori kā apkārtējais troksnis, gaisa temperatūra un gaisa mitrums. Kā arī tas ir jutīgāks pret spoguļvirsmām.

Infrasarkanais sensors toties darbojas pēc optiskās triangulācijas principa, pamatojoties uz diapazonā 760nm (infrasarkanais spektrs) gaismas viļņa garuma noteikšanu, ko izstaro infrasarkanā staru gaismas diode (LED). Attālumu var izmērīt, aprēķinot no atstarotās gaismas intensitātes. Infrasarkanais sensors sniedz augstu izšķirtspēju un ātrāku reakcijas laiku, salīdzinot ar ultraskaņas sensoru. Tomēr šis sensors ir jutīgāks gan pret apgaismojumu, gan pret šķēršļa krāsu – naktī, spilgtā saules gaismā vai pārāk tumša materiāla objektu attālumu infrasarkanais sensors var nomērīt neprecīzi.

Abi aprakstītie sensori ļoti kvalitatīvi kompensē viens otra trūkumus, līdz ar to lietojot abus reizē vai realizējot iespēju dažādās vidēs pārslēgties no viena sensora darbošanās uz otru, teorētiski rezultātam būtu jāsanāk precīzākam [19].

4.2. Eksperimentāla prototipēšana

Šajā darbā eksperimentēts ar diviem sensoriem – ultraskaņas sensoru un infrasarkanā sensoru - trīs atšķirīgās vidēs – iekštelpā ar labu apgaismojumu, iekštelpā bez apgaismojuma un ārtelpā ar labu apgaismojumu, lai pārbaudītu katra sensora trūkumus. Katrā vidē, abiem sensoriem tika veikti vairāki mērījumi mainot reālos attālumus līdz dažāda materiāla objektiem, veikti mērījumi, fiksēti rezultāti, dati apkopotī un attēloti pārskatāmos grafikos.

4.3. Izmantotie materiāli

4.3.1. Ultraskaņas sensors

Ultraskaņas sensors, kas tika izmantots šajā eksperimentā ir ultraskaņas attāluma sensors HC-SR04. Tas ģenerē frekvences skaņas viļņus un uztver atstarotos viļņus. Tā mērīšanas diapazons ir 20–4500 mm, ar precizitāti līdz 3mm. Neizmantojamais diapazons ir 0–20 mm. Sensors nosaka laika intervālu starp signāla nosūtīšanu un atstarojošā signāla saņemšanu, no kura tālāk iespējams aprēķināt attālumu līdz objektam [17]. Šajā eksperimentā tika izmantoti laika rādījumi attāluma aprēķināšanai līdz priekšā esošajam objektam.

Eksperimentā izmantotā ultraskaņas sensora (att. 4.3.1.) specifikācijas:

Spriegums: 5V(DC).

Strāvas stiprums:

- gaidot mazāk kā 2mA,
- darbojoties līdz 40mA.

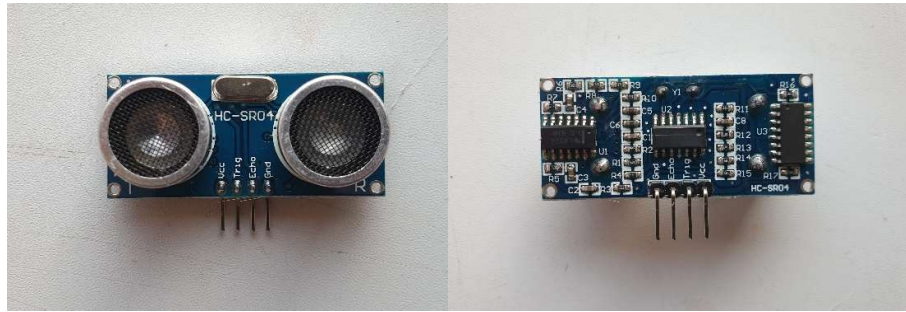
Kontakti:

- VCC 5V,
- *trig*(T) ieeja,
- *echo*(R) izeja,
- GND.

Ieejas (*trig*) signāls: vismaz 10us TTL impulss

Izejas (*echo*) signāls: elektriskās frekvences izeja TTL PWL signāls – 0V līdz 5V

Sensora leņķis: līdz 15 grādiem [17].



4.3.1.att. Ultraskaņas sensors HC-SR04

4.3.2. Infrasarkanais sensors

Infrasarkanais sensors, kas šajā eksperimentā tika izmantots ir GP2Y0A21YK0F GP2Y0A21 Infrasarkanais analogais attāluma sensors. Sensors sastāv no pozīcijas jutīguma detektora (PSD), infrasarkanu staru izstarojošās diodes (IRED) un signāla apstrādes ķēdes. Sensors nosaka spriegumu atstarotajam infrasarkanajam staram, no kura tālāk iespējams aprēķināt attālumu līdz objektam [16]. Šajā eksperimentā tika izmantoti sprieguma rādījumi attāluma aprēķināšanai līdz priekšā esošajam objektam.

Eksperimentā izmantotā infraskanā sensora (att. 4.3.2.) specifikācijas:

Mērīšanas diapazons: 10 - 80cm

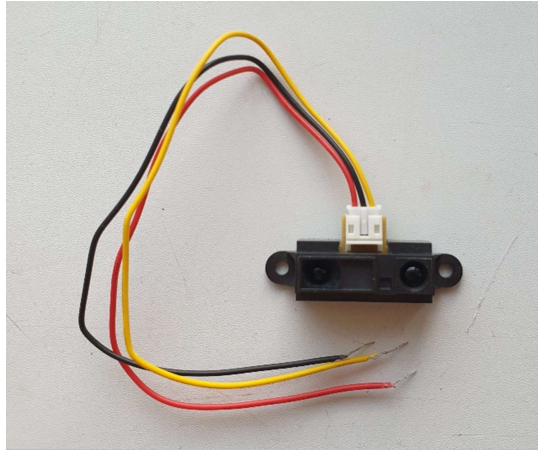
Neizmantojamais diapazons: 0 - 10cm

Spriegums: 4.5 V - 5.5 V

Strāvas stiprums: 30mA

Kontakti:

- VCC 5V,
- GND,
- V0 (izeja) [16].



4.3.2.att. Infrasarkanais analogais attāluma sensors GP2Y0A21YK0F

4.3.3. *Arduino Due* un *Arduino* programmatūra

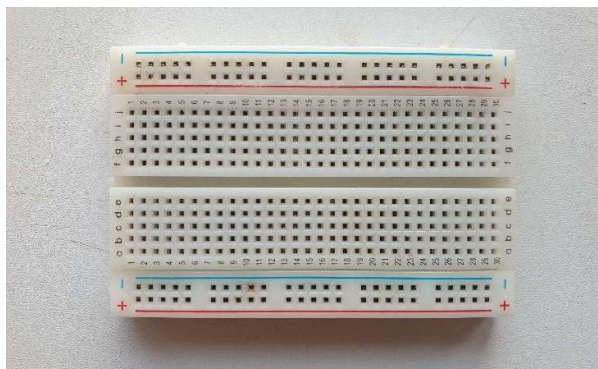
Arduino Due (att. 4.3.3.) ir *Arduino* plāksne, kuras pamatā ir 32 bitu RAM kodola mikrokontrolieris. Šai plāksnei ir 54 digitālas ieejas / izejas un 12 analogas ieejas. *Arduino Due* var darbināt, izmantojot USB savienotāju vai ar ārēju barošanas avotu. Strāvas avots tiek noteikts automātiski. *Arduino* mikrokontrolieri iespējams programmēt ar oficiālo bezmaksas *Arduino IDE* programmatūru [18]. Šim eksperimentam tika izmantotas 2 digitālās izejas/ieejas un 1 analogā ieeja, kā arī sprieguma un zemējuma izejas. Eksperimentā *Arduino* mikrokontrolieris ar datoru tika savienots ar USB savienotāju. Kā arī tika izmantots portatīvais dators ar uzinstalētu oficiālo *Arduino IDE* programmatūras 1.8.15. versiju.



4.3.3.att. *Arduino Due* mikrokontrolieris

4.3.4. Papildus materiāli

Eksperimenta pilnvērtīgai veikšanai tika izmantots bredbords (*breadboard*) (att. 4.3.4.), ar kura palīdzību tika savienoti sensori ar *Arduino* mikrokontrolieri.



4.3.4. att. Bredbords

Mikrokontroliera savienošānu ar datoru tika nodrošināta ar Micro USB vadu, kas gan deva strāvu kontrolierim, gan nodeva informāciju *Arduino IDE* programmatūrai datorā.

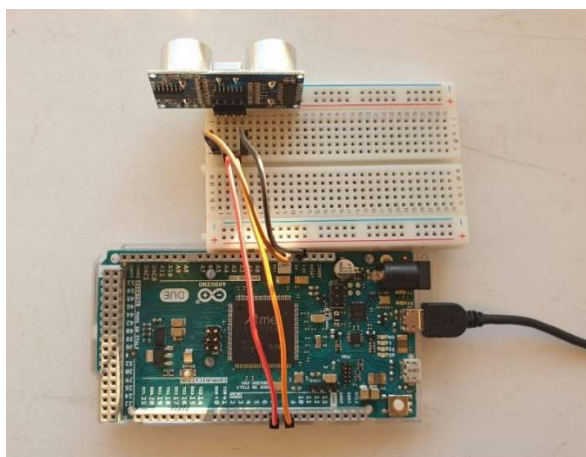
Savienojums starp sensoriem un mikrokontrolieri, tika nodrošināts ar savienojuma vadiem.

Papildus eksperimentā vēl tika izmantota mērlente, lai noteiktu reālo attālumu no sensora līdz objektam, kas pēc tam tika salīdzināts ar iegūtajiem datiem, un no tā aprēķinātas sensoru kļūdas.

Kā objekti jeb šķēršļi tika izmantoti dažādu virsmu materiāli – betons, melns audums un spogulis – plānojot, ka pret betonu mērot attālumu, nevienam no sensoriem nevajadzētu mērīt kļūdaini, taču pret melnu audumu neprecizitātes varētu rasties ar infrasarkanu sensoru, bet pret spoguli – ar ultraskaņas sensoru.

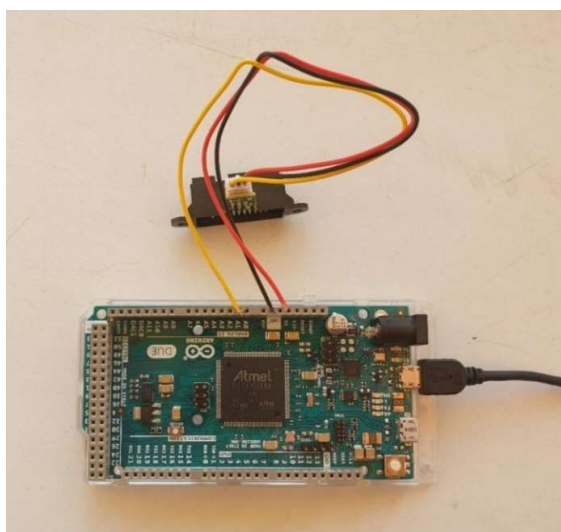
4.4. Sistēmas un darbības apraksts

Veicot mērījumus visās trīs atšķirīgajās vidēs, abu sensoru saslēgums palika nemainīgs. Ultraskaņas sensors tika pievienots bredbordam, ar kura palīdzību sensors attiecīgi ar četriem savienojuma vadiem tika pieslēgts pie *Arduino* mikrokontroliera (att. 4.4.1.).



4.4.1.att. Mikrokontrolieris savienots ar ultraskaņas sensoru

Infrasarkanā sensora gadījumā bredborda lietošana bija lieka, tāpēc tas tikai ar trīs savienojuma vadu palīdzību tika saslēgts ar *Arduino* mikrokontrolieri (att. 4.4.2.).



4.4.2.att. Mikrokontrolieris savienots ar infrasarkano sensoru

Arduino mikrokontrolieris ar Micro USB vadu tika saslēgts ar portatīvo datoru, kurā iepriekš tika lejupielādēta attiecīgā *Arduino IDE* programmatūra, kas palīdz programmēt mikrokontroliera darbības un nodrošina to izpildi, kā arī nolasa datus, kas tiek saņemti no *Arduino* un attēlo tos viegli saprotamā formātā.

Veicot mērījumus ar ultraskaņas sensoru, *Arduino* programmatūrā tika ierakstīts kods, ar kura palīdzību iespējams nolasīt mērījumus. Koda algoritms nodod impulsu sensoram caur ieeju (*trig*), tādējādi liekot sensoram raidīt asoņus 40kHz kvadrātviļņus. Tie atstarojas pret priekšā esošo objektu, un raidās atpakaļ uz sensora uztvērēju, kurš uztver tos izejā (*echo*). Tajā brīdī sensors fiksē laiku, cik ātri atstarotie viļņi ir atnākuši, nodot šo informāciju algoritmam, kas tālāk veic aprēķinus. Lai aprēķinātu attālumu līdz objektam, tika izmantota šāda formula:

$$L = \frac{T \cdot v}{2},$$

kurā

L – attālums līdz objektam

T - laiks, kurā sensora uztvērējs saņēma atpakaļ atstarotos viļņus

v - skaņas ātrums gaisā, m/s

[17].

Veicot mērījumus ar infrasarkanu sensoru, *Arduino* programmatūrā tika ierakstīts kods, ar kura palīdzību iespējams nolasīt mērījumus. Koda algoritms nodod strāvu sensoram, tas izstaro infrasarkanu staru, kas atsitas pret priekšā esošo objektu, sensors pats sameklē atstaroto staru un pārveido to par analogu signālu - spriegumu, ko sensors tālāk nodod *Arduino*, un tas, savukārt, nodot šo informāciju algoritmam, kas tālāk veic aprēķinus. Lai aprēķinātu attālumu līdz objektam, tika izmantota šāda formula:

$$L = 29,988 * POW(\text{Volt}, -1,173),$$

kurā

L – attālums līdz objektam

29,988 – koeficients, kas atbilst sensora modelim, tā mērāmajam attāluma diapazonam [16]

$POW(base, exponent)$ – *Arduino* iebūvēta funkcija, kas pārvērš skaitli (šajā gadījumā - spriegumu) par daļskaitli, un tajā

base – skaitlis, kas jāpārvērš

exponent – kāpinātājs, ar kuru skaitlis tiek reizināts [21]

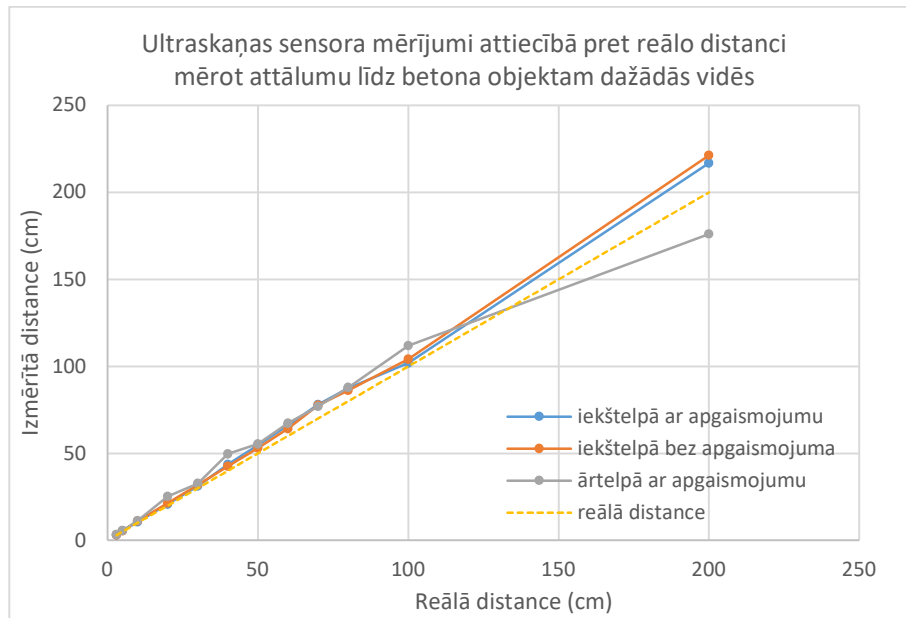
Volt – sensora izdots analogais signāls – spriegums

-1,173 – kāpinātājs ar kuru jāreizina spriegums, kas atbilst sensora modelim, tā mērāmajam attāluma diapazonam

[16]

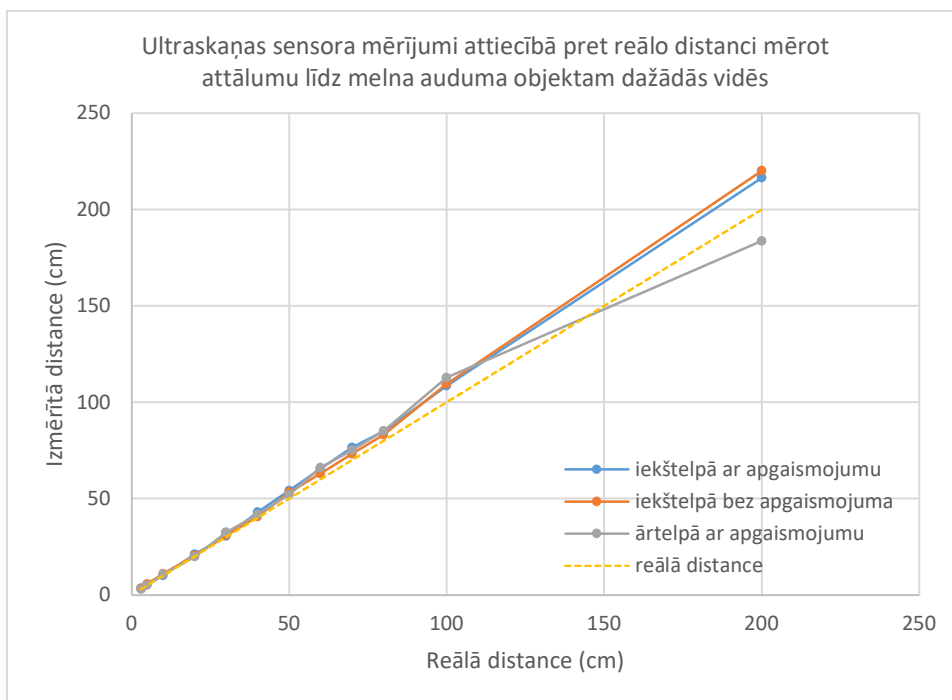
4.5. Iegūtie dati

Tika veikti mērījumi ar abiem sensoriem, katram pret trīs dažādiem materiāliem, katram trīs dažādās vidēs – iekštelpās ar telpas apgaismojumu, iekštelpās bez apgaismojuma un ārtelpā ar apgaismojumu. Ultraskaņas sensoram ir lielāks mērīšanas diapazons, tāpēc tam tika veikti mērījumi no 5 – 200cm robežās, taču infrasarkanajam sensoram mērījumi tika veikti 10 – 80 cm robežās.



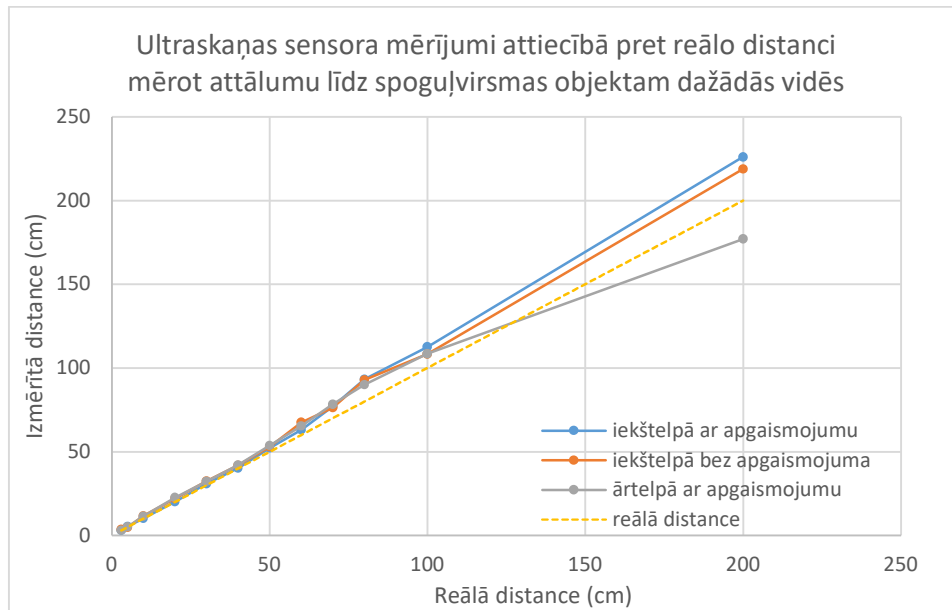
4.5.1.att. Ultraskaņas sensora mērījumi attiecībā pret reālo distanci mērot attālumu līdz betona objektam dažādās vidēs

Ultraskaņas sensora iegūtie mērījumi, mērot attālumu līdz betona objektam, attēloti grafikā, kas redzams 4.5.1. attēlā. Kā grafikā redzams, mērījumi ir precīzāki objektam esot tuvāk, kā arī redzams, ka ārtelpā veikto mērījumu līkne nedaudz atšķiras no iekštelpu mērījumu līknēm, ko varētu izskaidrot ar trokšņu klātbūtni ārtelpā.



4.5.2.att. Ultraskaņas sensora mērījumi attiecībā pret reālo distanci mērot attālumu līdz melna auduma objektam dažādās vidēs

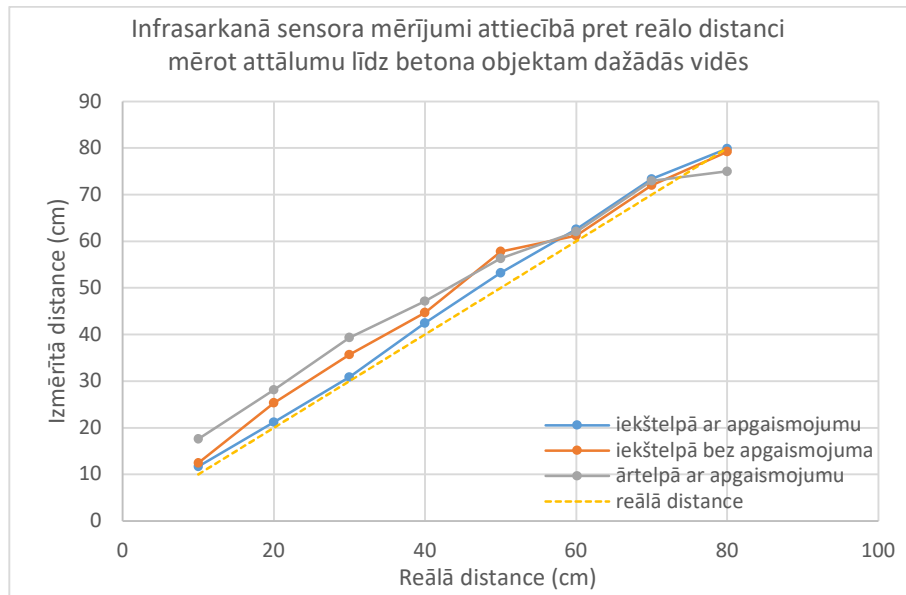
Ultraskaņas sensora iegūtie mērījumi, mērot attālumu līdz melna auduma objektam, attēloti grafikā, kas redzams 4.5.2. attēlā. Grafikā redzams, ka mērījumi ir precīzāki objektam esot tuvāk, kā arī šeit redzams, ka ārtelpā veikto mērījumu līkne arī nedaudz atšķiras no iekštelpu mērījumu līknēm, jau īpaši lielākā attālumā, ko arī varētu izskaidrot ar trokšņu klātbūtni ārtelpā.



4.5.3.att. Ultraskaņas sensora mērījumi attiecībā pret reālo distanci mērot attālumu līdz spoguļvirsmas objektam dažādās vidēs

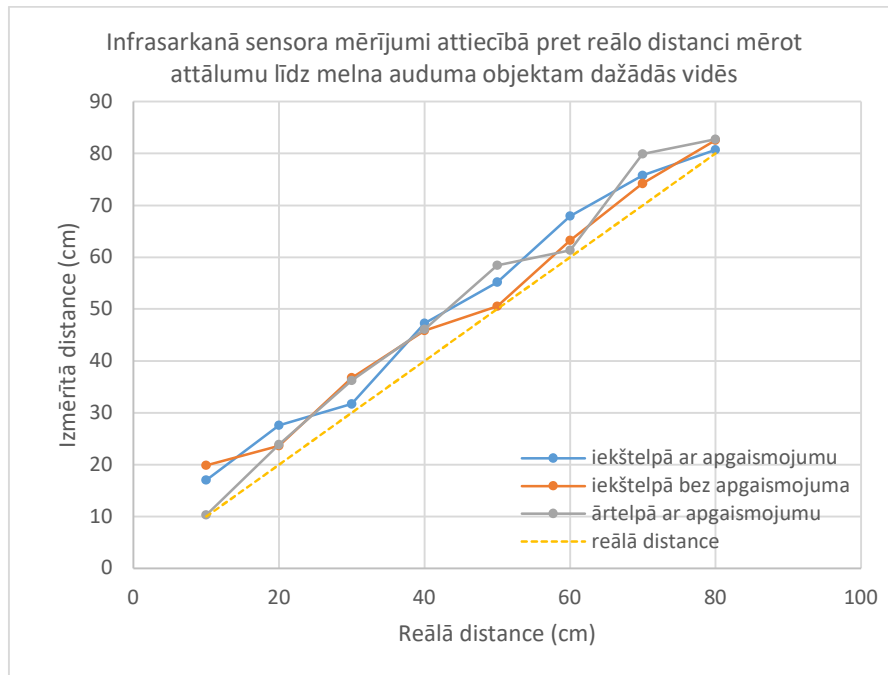
Ultraskaņas sensora iegūtie mērījumi, mērot attālumu līdz spoguļvirsmas objektam, attēloti grafikā, kas redzams 4.5.3. attēlā. Šajā grafikā arī redzams līdzvērtīgs rezultāts, kā abos iepriekšējos grafikos, ka ārtelpā veiktie mērījumi uz tieši tālāk esošu objektu nedaudz maina rezultātu

Ultraskaņas sensoriem netika novērota mērījumu dažādība, kas būtu atkarīga no objekta materiāla. Iespējams, lai to varētu kārtīgāk pārbaudīt, vajadzētu veikt vairāk mērījumus un ar mazākām reālā attāluma starpībām, kā arī vairāk mērījumus no lielāka attāluma.



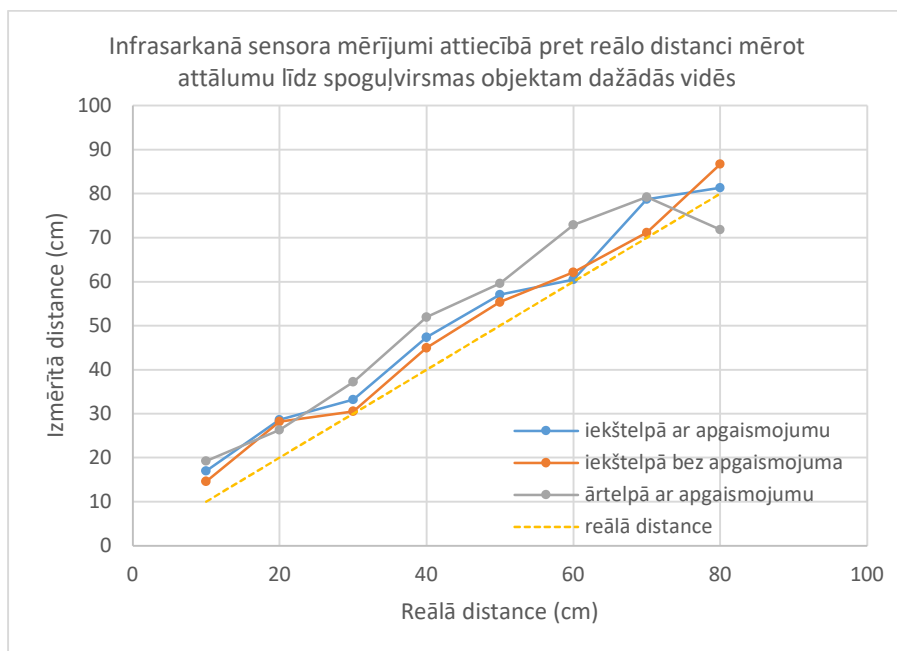
4.5.4.att. Infrasarkanā sensora mērījumi attiecībā pret reālo distanci mērot attālumu līdz betona objektam dažādās vidēs

Infrasarkanā sensora iegūtie mērījumi, mērot attālumu līdz betona objektam, attēloti grafikā, kas redzams 4.5.4. attēlā. Grafikā novērojams, ka mērījumi ir nedaudz neprecīzāki tieši objektam esot tuvāk, bet sensoru attālinot, mērījumi paliek precīzāki.



4.5.5.att. Infrasarkanā sensora mērījumi attiecībā pret reālo distanci mērot attālumu līdz melna auduma objektam dažādās vidēs

Infrasarkanā sensora iegūtie mērījumi, mērot attālumu līdz melna auduma objektam, attēloti grafikā, kas redzams 4.5.5. attēlā. Šajā grafikā novērojama mērījumu līkņu nevienveidība, ko varētu izskaidrot ar objekta materiāla ietekmi. Pētot teoriju, tika uzziņāts, ka melni objekti var ietekmēt infrasarkanā sensora precizitāti.



4.5.6.att. Infrasarkanā sensora mērījumi attiecībā pret reālo distanci mērot attālumu līdz spoguļvirsmas objektam dažādās vidēs

Infrasarkanā sensora iegūtie mērījumi, mērot attālumu līdz spoguļvirsmas objektam, attēloti grafikā, kas redzams 4.5.6. attēlā. Arī šajā grafikā novērojama mērījumu līkņu nevienveidība, visvairāk tieši ārtelpas mērījumiem, ko šajā gadījumā varētu izskaidrot gan ar objekta materiāla ietekmi, gan ar vides ietekmi. Ārtelpā veicot mērījumus spīdēja saule, kas varēja ietekmēt mērījumu precizitāti infrasarkanajam sensoram.

5. REZULTĀTI

Pētot navigācijas tiftotehnikas izstrādes principus, tika iegūti šādi rezultāti:

- Visos navigācijas ierīces izstrādes procesos ir cik vien iespējams jāiesaista gala lietotāji – cilvēki ar redzes traucējumiem,
- Pirms navigācijas ierīces izstrādes ir jāveic rūpīga gala lietotāju izpēte par gala lietotāju īpatnībām. Izpēte atšķiras dažāda veida navigācijas palīgierīču izveidei,
- Lai izveidotā ierīce tiktu arī reāli lietota, ieguvumiem no tās ir jābūt tā vērtiem, lai atmaksātos ierīces cena un veltītais laiks, kas tērēts, lai apgūtu jauno ierīci,
- Jaunajai ierīcei jābūt par pieejamu cenu,
- Jaunajai ierīcei jābūt viegli saprotamam un lietojamam, lai to būtu iespējams apgūt arī vecāka gadagājuma cilvēkiem, vai cilvēkiem ar papildus kognitīvajiem traucējumiem,
- Jaunajai ierīcei ir jābūt ļoti intuitīvai, lai no tās iegūstamā informācija ir “automātiski” saprotama ikvienam,
- Jaunajai ierīcei ir jāpapildina un jāatvieglo lietotāja ikdiena, tā nedrīkst sniegt papildus apgrūtinājumus.

Veicot neredzīgu cilvēku aptauju par navigācijas tiftotehnikas lietošanu, tika iegūti šādi rezultāti:

- Latvijā cilvēki ar redzes traucējumiem navigācijai lieto gan balto spieķi, gan navigācijas lietotnes viedtālruņos,
- Cilvēki atzīst, ka navigācijas tiftotehnika atviegļina ikdienu un palīdz paveikt ikdienas darbu, taču mēdz gadīties situācijas, kas tiftotehnika traucē,
- Cilvēki ar redzes traucējumiem nebūtu gatavi tērēt lielu naudas summu jaunai ierīcei, taču būtu gatavi veltīt laiku tās apgūšanai,
- Aptaujas dalībnieki atzina, ka šobrīd pieejamās navigācijas palīgierīces nav ļoti ērti lietojamas,

- Sabiedrības attieksme ne vienmēr ir labvēlīga, un būtu noderīgi turpināt arvien vairāk informēt sabiedrību par cilvēkiem ar dažādām īpašām vajadzībām.

Veicot eksperimentu ar ultraskaņas sensoru un infrasarkanu sensoru – mērot sensoru noteikto attālumu līdz dažāda materiāla objektiem dažādās vidēs, tika iegūti šādi rezultāti:

- Ultraskaņas sensora mērījumus būtiski neietekmēja objekta materiāls, kā arī neietekmēja gaismas daudzums vidē,
- Ultraskaņas sensora rādījumus nedaudz ietekmēja ārtelpā veiktie mērījumi, kas skaidrojams ar apkārtējās vides trokšņiem, kas ietekmēja ultraskaņas viļņus,
- Infrasarkanā sensora rādījumus ietekmēja objekta materiāls, tieši mērot attālumu līdz melna auduma objektam, kā arī mērījumus ietekmēja spilgta saules gaisma, kas bija ārtelpā veiktajiem mērījumiem.

6. SECINĀJUMI

Veicot pētījumu par navigācijas tiftotehnikas izstrādes principiem un tiftotehnikas lietotāju īpatnībām, svarīgākie iegūtie secinājumi ir:

- Viena no galvenajām problēmām navigācijas tiftotehnikas izstrādē, lielā daļā gadījumu ir nepietiekamas zināšanas par mērķa lietotāju grupu. Tās var būt trūkstošas zināšanas par patiesajām vajadzībām un vēlmēm, un tās var būt trūkstošas zināšanas par neredzīgu cilvēku smadzeņu darbību – ja veido sarežģītāka veida navigācijas ierīces.
- Veidojot jaunu navigācijas palīgierīci, ir svarīgi atcerēties, ka tai ir jāpapildina un jāuzlabo lietotāja ikdiena un pārējās lietotāja izmantotās ierīces.
- Lai jauna izveidota tiftotehnika nonāktu pie lietotājiem, tai jābūt lētai, viegli lietojamai, intuitīvai un arī no dizaina viedokļa pievilcīgai.

Aptaujājot neredzīgus cilvēku un cilvēkus ar smagiem redzes traucējumiem par navigācijas tiftotehnikas lietošanu, svarīgākie iegūtie secinājumi ir:

- Šobrīd pieejamā navigācijas tiftotehnika netiek uzskatīta par ērti lietojamu, taču tā tomēr būtiski palīdz veikt ikdienas darbus.
- Neredzīgi cilvēki dodoties ārpus mājām justos drošāk, ja sabiedrības attieksme būtu atbalstošāka pret cilvēkiem ar redzes traucējumiem.
- Neredzīgi cilvēki būtu gatavi veltīt laiku, lai apgūtu jaunu navigācijas palīgierīci, taču nebūtu gatavi tērēt lielu naudas summu.

Veicot eksperimentu ar ultraskaņas sensoru un infrasarkanu sensoru, svarīgākie iegūtie secinājumi ir:

- Ultraskaņas sensora precizitāti ietekmē trokšņi no apkārtējās vides.
- Infrasarkanā sensora precizitāti ietekmē objektu krāsa (tumši objekti) un spilgta saules gaisma.
- Abi sensori ļoti labi kompensē viens otra trūkumus, līdz ar to lietojot abus reizē vai realizējot iespēju dažādās vidēs pārslēgties no viena sensora darbošanās uz otru, varētu iegūt visprecīzākos rezultātus šķēršļu noteikšanā un attāluma mērīšanā līdz tiem.

7. IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

1. Tele-guidance based Navigation System for the Visually Impaired and Blind Persons, Babar Chaudary, Petri Pulli, Iikka Paajala, Eliud Keino [Tiešsaiste, 18.05.2021]. Pieejams: https://www.researchgate.net/publication/306017978_Tele-guidance_based_Navigation_System_for_the_Visually_Impaired_and_Blind_Persons
2. Navigation Systems for the Blind and Visually Impaired: Past Work, Challenges, and Open Problems, Santiago Real and Alvaro Araujo, [Tiešsaiste, 18.05.2021]. Pieejams: https://www.researchgate.net/publication/334897142_Navigation_Systems_for_the_Blind_and_Visually_Impaired_Past_Work_Challenges_and_Open_Problems
3. Navigating without Vision: Principles of Blind Spatial Cognition, Nicholas A. Giudice [Tiešsaiste, 18.05.2021]. Pieejams: <https://umaine.edu/vemi/wp-content/uploads/sites/220/2018/02/Giudice-in-press-ch15-in-Montello-principles-of-blind-navigation.pdf>
4. Sensory substitution of vision: Importance of perceptual and cognitive processing, Jack M. Loomis, Roberta L. Klatzky, and Nicholas A. Giudice [Tiešsaiste 20.05.2021]. Pieejams: https://www.researchgate.net/publication/258111720_Sensory_substitution_of_vision_Importance_of_perceptual_and_cognitive_processing
5. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, V. Venkatesh, MG. Morris, GB. Davis, FD. Davis, processing, Jack M. Loomis, Roberta L. Klatzky, and Nicholas A. Giudice [Tiešsaiste 20.05.2021]. Pieejams: https://www.jstor.org/stable/30036540?read-now=1&refreqid=excelsior%3Ae25fab2ec6d32844d2969b35c3fd3361&seq=1#page_scan_tab_contents
6. An analysis on the unified theory of acceptance and use of technology theory (UTAUT): Acceptance of electronic document management system (EDMS), Ahmet Ayaz, Mustafa Yanartaş. [Tiešsaiste 20.05.2021]. Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451958820300324>

7. The Effect of Performance Expectancy, Effort Expectancy, Social Influence and Facilitating Conditions on Acceptance of E-Banking Services in Iran: the Moderating Role of Age and Gender, Kamal Ghalandari [Tiešsaiste 25.05.2021]. Pieejams: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52867705/pe_ee_si_fc_ta-with-cover-page.pdf?Expires=1622039116&Signature=YUdUu0xXN544HnHBtXjaN6V1~Wu2ObA0aRMauFgoZyaWnye1nvCGRLjDneKxHfGEInTxQBjefY1Gf9RYzMGQbZdgtBSMY3-UrLEefQqRlyLUTjtetQq1lIndKYJt49z5ATLe4m7D8wZGykLSsRQsJ7tVPUc~c8~Ym6cj5~v3kxIE8xyJ2OzFZH~d1wtJfIuInSObrdQUsn5IFiQOt-nQyIPRjMAv5wpWVxA3dH1Fz61i9odyDehd4qGcVMC67VFpwEfrx~g9vuN-XObhUX29eOjaN~hNleN7nx9k9-xmrULs7GF9XY8daskXSQBWK~heYoqmJZNRdfpsa0Oes2Q_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
8. Blind User Requirements Engineering for Mobile Services. Simeon Hebler, Tuure Tuunanen, Ken Peffers [Tiešsaiste 25.05.2021]. Pieejams: https://www.researchgate.net/publication/4292155_Bind_User_Requirements_Engineering_for_Mobile_Services
9. Blind Navigation and the Role of Technology, Nicholas A. Giudice, Gordon E. Legge, [Tiešsaiste, 21.05.2021]. Pieejams: https://www.researchgate.net/profile/Nicholas_Giudice/publication/284383927_Bind_Navigation_and_the_Role_of_Technology/links/57b2086a08aeb2cf17c581d8/Bind-Navigation-and-the-Role-of-Technology.pdf
10. The White Cane. Its Effectiveness, Challenges and Suggestions for Effective Use: The Case of Akropong School for the Blind, Isaac Attia, Daniel Asamoah. [Tiešsaiste, 21.05.2021]. Pieejams: <https://www.journaljesbs.com/index.php/JESBS/article/view/30211/56687>
11. The history of the white cane, Philip Strong. [[Tiešsaiste, 21.05.2021]. Pieejams: <https://in-sight.org/wp-content/uploads/WC-History.pdf>
12. Technology-assisted white cane: evaluation and future directions, Khan I, Khusro S, Ullah I. [Tiešsaiste, 21.05.2021]. Pieejams: <https://peerj.com/articles/6058/>

13. Personal Adaptive Mobility Aid for the Infirm and Elderly Blind. Gerard Lacey, Kenneth M. Dawson-Howe, and David Vernon, [Tiešsaiste, 19.05.2021].
Pieejams:
<http://satcommunity.com.au/upload/d5235f3f8d07fa20139d98a768f15d9a.pdf>
14. Blind/Visual Impairment: Common Assistive Technologies [Tiešsaiste, 17.05.2021].
Pieejams:
<https://guides.library.illinois.edu/c.php?g=526852&p=3602299>
15. Obstacle Detection using Ultrasonic Sensors, Prof. D. S. Vidhya, Delicia Perlin Rebelo, Cecilia Jane D'Silva, Linford William Fernandes, Clarissa Joella Costa, [Tiešsaiste, 21.05.2021].
Pieejams:
<http://www.ijirst.org/articles/IJIRSTV2I11140.pdf>
16. Sharp 2Y0A21 Sharp Global Sensor DataSheet [Tiešsaiste 27.05.2021.].
Pieejams:
https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf
17. Attāluma un kustības sensori [Tiešsaiste, 27.05.2021].
Pieejams:
<https://www.orient.lv/arduino/sensori/attalums-skersli/>
18. Arduino Due, [Tiešsaiste, 27.05.2021].
Pieejams:
<https://store.arduino.cc/arduino-due>
19. Performance comparison of Infrared and Ultrasonic sensors for obstacles of different materials in vehicle/ robot navigation applications, Adarsh S., Mohamed Kaleemuddin S., Dinesh Bose, K I Ramachandran, [Tiešsaiste, 29.05.2021].
Pieejams: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/149/1/012141/pdf>
20. Obstacle Detection using Ultrasonic Sensors, Prof. D. S. Vidhya, Delicia Perlin Rebelo, Cecilia Jane D'Silva, Linford William Fernandes, [Tiešsaiste, 29.05.2021].
Pieejams:
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46215377/IJIRSTV2I11140-with-cover-page.pdf?Expires=1622295321&Signature=A-IVtATs9O2QkBYTOlSsqOyu6G6GBWC9T38tmyID4IHxKYdG5ZvpwY9EiJn14RdZEVESzxx5kaJy2bITU1cqCtkvI3GT4YumFuHRoRLDNT9zbBbj3W03xMVfNgaSaa2uSCleS9PJUt17alspA4UcZkumC9X10h1zGg63tJTbrfTYbV0bEtDLNgaSaa2uSCleS9PJUt17alspA4UcZkumC9X10h1zGg63tJTbrfT>

[IFcO4no4cOPZmXDJPXLg6YgyG~On1~UZjInS3UU1CM8Li1hOrJxYoaql
S2SZBm7w2s4WB1cg2NJosMelQIKYsR8okst7DxF~BPpxiJJHwYGL1tVjtQ
aUS-NAj3p0Dd~A_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/math/pow/)

21. Arduino iebūvētās funkcijas, [Tiešsaiste, 29.05.2021.]. Pieejams:
<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/math/pow/>
22. Infrasarkanā analoga sensora pamācība, [Tiešsaiste, 29.05.2021.]. Pieejams:
[https://www.makerguides.com/sharp-gp2y0a21yk0f-ir-distance-sensor-
arduino-tutorial/](https://www.makerguides.com/sharp-gp2y0a21yk0f-ir-distance-sensor-arduino-tutorial/)

PIELIKUMI

1.pielikums

APTAUJA – NAVIGĀCIJAS IERĪCES NEREDZĪGIEM CILVĒKIEM

| Nr. | Kategorija | Jautājums |
|-----|-------------|---|
| 1 | BG | Dzimums |
| 2 | BG | Vecuma grupa |
| 3 | BG | Redzes traucējumus ieguvu: |
| 4 | BG | Pirms cik ilga laika ieguvāt redzes traucējumus? |
| 5 | BG | Kāda ir jūsu redze? (tuvredzība, tālredzība, kādā apmērā) |
| 6 | SP | Vai jums ir atbalsta persona/asistents, kuram vajadzības brīdī lūgt palīdzību? |
| 7 | SP | Cik stundas nedēļā šis cilvēks jums ir pieejams? |
| 8 | PEX, TA | Vai jūs lietojat viedtālruni? |
| 9 | PEX | Vai jūs izmantojat balto spieķi ikdienā? |
| 10 | PEX, TA | Vai esat izmantojis kādu citu palīglīdzekli, kas palīdzētu tieši navigēt telpās un uz ielas, neskaitot telefonu un balto spieķi un līdzcilvēku palīdzību? |
| 11 | PEX, TA | Kādu palīglīdzekli esiet izmantojis, neskaitot viedtālruni vai balto spieķi? |
| 12 | PEX, RO, IP | Kādās situācijās jūs izmantojiet navigācijas palīglīdzekļus? (dodoties ārpus mājas, dodoties uz nepazīstamām vietām, vai tamlīdzīgi) |
| 13 | HM | Navigācijas palīglīdzekļu lietošana padara došanos ārpus mājām patīkamāku |
| 14 | HM | Man patīk izmantot navigācijas palīglīdzekļus |
| 15 | PV | Navigācijas palīglīdzekļi ir par pieejamu cenu |
| 16 | HA | Navigācijas palīglīdzekļu lietošana man ir kļuvusi par ieradumu |
| 17 | PE | Navigācijas palīglīdzekļi ir noderīgi esot ārpus telpām |
| 18 | PE | Navigācijas palīglīdzekļu lietošana paātrina ikdienas darbu pildīšanu |
| 19 | PE | Navigācijas palīglīdzekļu lietošana palielina manas iespējas nokļūt man vēlamajā vietā |
| 20 | EE | Manuprāt, navigācijas palīglīdzekļi ir viegli lietojami |
| 21 | EE | Man ir viegli iemācīties lietot navigācijas palīglīdzekļus |
| 22 | SI | Man svarīgi cilvēki uzskata, ka man būtu noderīgi lietot navigācijas ierīces |
| 23 | IP | Mani kaitina, ja apkārtējie cilvēki pamana, ka man ir redzes traucējumi |
| 24 | SI | Saistībā ar palīglīdzekļu lietošanu, sabiedrība ir atbalstoša |
| 25 | SI | Saistībā ar palīglīdzekļu lietošanu, medicīnas personāls ir atbalstošs |
| 26 | FC | Manas zināšanas par palīglīdzekļu lietošanu ir pietiekamas |
| 27 | FC | Ja man ir kāda problēma ar palīglīdzekļu lietošanu, es zinu, kur vērsties pēc palīdzības |

| | | |
|----|---------|---|
| 28 | ANX | Es nervozēju lietojot navigācijas palīgīdzekļus |
| 29 | ANX | Navigācijas palīgīdzekļu lietošana ir nedaudz biedējoša |
| 30 | ATT | Navigācijas palīgīdzekļu lietošana ir laba ideja |
| 31 | ATT | Navigācijas palīgīdzekļu lietošana man liek justies droši |
| 32 | PV | Es būtu gatavs tērēt naudu, lai iegādātos jaunu navigācijas palīgierīci |
| 33 | PV, RO | Es būtu gatavs tērēt laiku, lai iemācītos lietot jaunu navigācijas palīgierīci |
| 34 | RO | Es būtu gatavs pielāgot/pamainīt savu ikdienu, ja tiktu pie jauna veida navigācijas palīgierīces |
| 35 | RO | Manuprāt, mani līdzcilvēki būtu gatavi pielāgot/pamainīt savu ikdienu, ja es tiktu pie jauna veida navigācijas palīgierīces |
| 36 | IP, SPE | Manuprāt, tas ir labi, ja mani tuvinieki zina manu atrašanās vietu |
| 37 | IP, SPE | Es gribētu izvēlēties laiku, kurā mani tuvinieki zina manu atrašanās vietu |

Bakalaura darbs „Navigācijas ierīces neredzīgiem cilvēkiem: vajadzību apzināšana un eksperimentāla prototipēšana” izstrādāts LU Datorikas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti.

Autors: Alise Rasa Lapiņa 31.05.2021.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: profesors Dr.filoz. Jurgis Šķilters 31.05.2021.

Recenzents: Dr.sc.comp Artis Mednis

Darbs iesniegts Datorikas fakultātē 31.05.2021.

Dekāna pilnvarotā persona: vecākā metodiķe Ārija Sproģe

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

____.06.2021. prot. Nr. _____

Komisijas sekretāre: L.Zariņa