

OBJEKTA APRAKSTS

IZSOLE:

Pētījumu rezultātā radītā intelektuālā īpašuma licencēšana vai pārdošana Latvijas Universitātē (LU) notiek saskaņā ar Zinātniskās darbības likuma 39.⁵ pantu.

LU izsludina rakstisku intelektuālā īpašuma “REDZES SKRĪNINGA UN TRENĪŅU IEKĀRTA” izsoli.

IZGUDROJUMA PĀRSKATS:

Izsoles objekts – licence intelektuālā īpašuma priekšmetu kopai:

1) Latvijas patenta pieteikums Nr. LVP2022000026 izgudrojumam “Redzes skrīninga un redzes treniņa sistēma”;

2) Zinātība (*know-how*):

Redzes disfunkcijas noteikšanas un redzes treniņu programmas izvēles metodoloģija;

3) Autortiesības:

Redzes skrīninga un treniņu iekārtas darbības nodrošināšanas programmatūra.

Detalizētāku informāciju par izgudrojumu un sākotnējo komercializācijas stratēģiju var sniegt projekta vadītāja prof. Gunta Krūmiņa: gunta.krumina@lu.lv

- Cenas diapazons: atbilstoši pretendenta piedāvājumam
- Atslēgas vārdi: redzes skrīnings; redzes treniņi; redzes terapija
- Pētījumu veica: LU Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultāte
- Kontakta telefons: +371 29809104 (Aleksejs Korabovskis)
- Kontakta e-pasts: aleksey.korabovsky@gmail.com

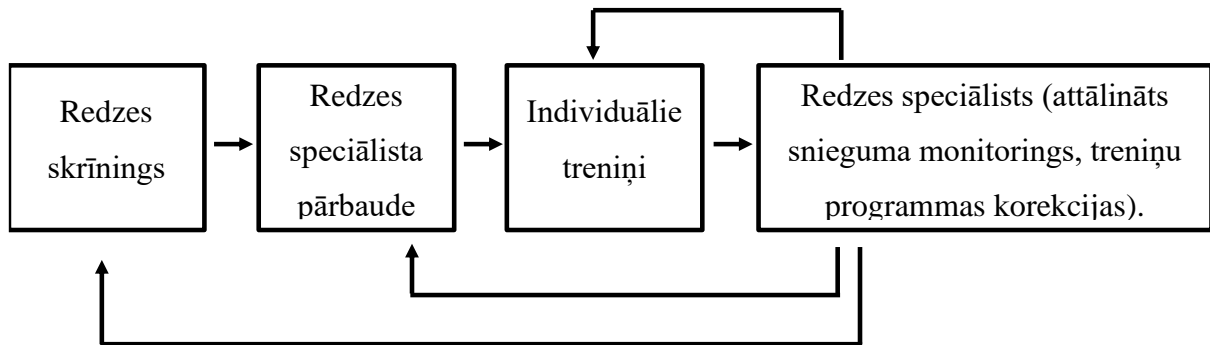
Intelektuālais īpašums radīts darbības programmas “Izaugsme un nodarbinātība” 1.2.1. specifiskā atbalsta mērķa “Palielināt privātā sektora investīcijas” P&A 1.2.1.2. Pasākuma “Atbalsts tehnoloģiju pārneses sistēmas pilnveidošanai” projekta Nr. KC-PI-2020/10 “Redzes skrīninga un treniņu iekārtas izveide” ietvaros.

Tehnoloģijas “REDZES SKRĪNINGA UN REDZES TREIŅA SISTĒMA” (turpmāk – izgudrojums) īss apraksts

IZGUDROJUMA PRODUKTS: patentēta tehnoloģija, metodoloģija un programmatūra **redzes skrīninga un redzes treniņu iekārtas** ražošanai un lietošanai.

KOPSAVILKUMS: tehnoloģija ir paredzēta redzes skrīninga un treniņu nodrošināšanai. Galvā liekama ierīce ir paredzēta, lai nodrošinātu automātisku lēcu un filtru novietošanu pacienta acu priekšā redzes skrīninga un redzes treniņu laikā. Ierīces konstrukcijai ir apstiprināts patenta pieteikums, savukārt metodoloģija, kas paredz pareizu lēcu un filtru kombināciju ar redzes stimulu uzdevumiem uz datora ekrāna, ir nosargāta zinātnības (*know-how*) veidā.

Redzes skrīninga un treniņu ierīces ekspluatācija



NOZARE: izgudrojums attiecas uz optometrisko iekārtu industriju.

IZGUDROJUMA MĒRĶIS UN BŪTĪBA:

Ierīces darbības principu apraksts

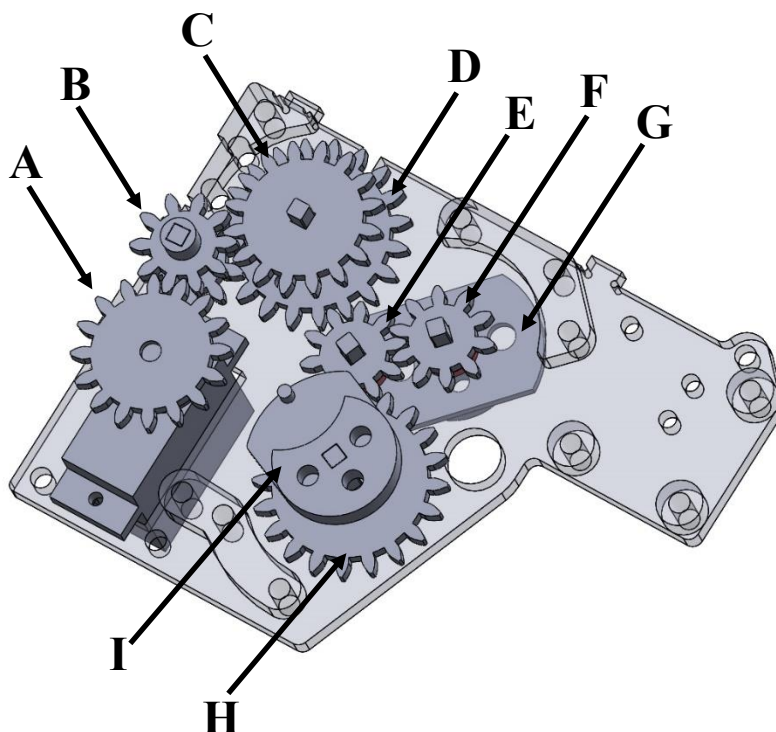
Ierīce ir paredzēta, lai nodrošinātu automātisku lēcu vai filtru, lēcu un filtru novietošanu pacienta acu priekšā redzes skrīninga un redzes treniņu laikā. Ierīce satur divus diskus, kur katrā no tiem ir četri atvērumi, kas paredzēti lēcu un filtru ievietošanai. Uz katra no diskkiem viena pozīcija atstāta tukša, lai nodrošinātu iespēju veikt eksperimentus bez lēcām un filtriem, kā arī lai nodrošinātu iespēju novietot pacienta acu priekšā katru no 6 lēcām vai filtriem atsevišķi, vai demonstrēt kādu no 9 lēcu un filtru kombinācijām. Mehānisma disku piedziņa tiek nodrošināta ar vienu servo motoru, pārmaiņus pagriežot vienu disku vai abus diskus reizē. Ierīces mehānisms satur tehniskos risinājumus, kas nodrošina precīzu lēcu un filtru novietošanu pacienta acu priekšā, kā arī to fiksāciju. Lai risinātu augstāk minētās problēmas, lēcu un filtru precīza novietošana un fiksācija tiek nodrošināta, koncentriski novietojot geneva tipa mehānismu uz lēcas un filtrus saturošajiem diskkiem (skatīt sadaļu “Bloķēšanas mehānisms”). Geneva mehānisms nodrošina intermitējošu lēcas un filtrus saturošo disku piedziņu. Vienlaicīga abu lēcu un filtru disku piedziņa tiek nodrošināta, sadalot lēcas un filtrus saturošo disku piedzenošās zobratu ķēdes. Lai vienkāršotu lēcas un filtrus saturošo disku pagriešanu, mehānismi, kas nodrošina abu mehānismu pievadī, tiek darbināti ar vienu servo motoru, tiesa, ar atšķirīgiem ātrumiem, proti, viena diska pagriešanas mehānisms griežas ar ātrumu, kas ir ekvivalents servo motora ātrumam, savukārt otra diska pagriešanās ātrums ir divas reizes lielāks. Mehānisms, kura griešanās ātrums ir divas reizes lielāks nekā servo motora griešanās ātrums, piedzen geneva tipa mehānismu, kas nodrošina lēcas un filtrus saturošo disku pagriešanu ik pēc 180 grādiem, t.i., servo motoram pagriežoties par 90 grādiem, geneva mehānisms pagriežas par 180 grādiem, tādējādi nodrošinot lēcas un filtrus saturošo disku pagriešanu par 90 grādiem. Savukārt otra zobratu ķēde, kas

griežas ar ekvivalentu ātrumu kā servo motoram, piedzen geneva mehānismu, kas nodrošina lēcu un filtra diska pagriešanu par 90 grādiem, servo motoram veicot vienu pilnu rotāciju par 360 grādiem (skatīt sadaļu "Sadales mehānisms"). Ierīces mehānismā realizēta iespēja opto-mehāniski kontrolēt lēcu un filtru ierīces pozīciju, izveidojot atvērumus vienā no mehānisma zobratiem, kura griešanās ātrums ir ekvivalents servo motora griešanās ātrumam. Novietojot sensoru un gaismas diodi zem un virs zobrata, tiek nodrošināta mehānisma pozīcijas kontrole ik pēc 90 grādiem, t.i., mehānisms paredz iespēju detektēt vienas lēcas vai filtra nomaiņu (skatīt sadaļu "Kontroles mehānisms"). Ierīces kontroles un fiksācijas mehānisms nodrošina ierīces mehānisma fiksāciju neatkarīgi no mehānisma kustības virziena. Ierīces mehānismā integrētie geneva tipa mehānismi netieši paaugstina kontroles mehānisma darbības precizitāti, proti, geneva tipa mehānisms nenodrošina nepārtrauktu kustības pārvadi, kas izslēdz sīku kontroles mehānisma kļūdu iespaidu un mehānisma darbības precizitāti kopumā. Ierīces mehānismā paredzēta iespēja nodrošināt funkciju, kas dod iespēju detektēt references pozīciju, t.i., iekļaujot vienā no mehānisma zobratiem vienu atvērumu, kura pozīcija sakrīt ar vienu no četrām pozīcijām augstāk minētajā pozīcijas kontroles mehānismā. Funkcija noderīga tādos gadījumos, ja ierīces vadības sistēmai pēkšņi tiek pārtraukta elektrības padeve, kā rezultātā tiek zaudēta informācija par ierīces mehānisma pozīciju. Ierīces mehānismam darbojoties līdz brīdim, kamēr nostrādā references pozīcijas mehānisms, tiek identificēta viena no mehānisma pozīcijām, kas nodrošina automātisku mehānisma references pozīcijas iestatīšanu un pārbaudi pirms mērījuma uzsākšanas. Ierīces pašreizējā tehniskā realizācija pieļauj iespēju realizēt akomodācijas viegluma procedūru, t.i., procedūru, kuras laikā tiek izvērtēta akomodācijas sistēmas spēja mainīt optiskās sistēmas stiprumu. Ierīces tehniskais risinājums pieļauj iespēju realizēt divas šāda veida procedūras ar atšķirīgiem lēcu pāriem (vienlaikus nodrošinot redzes skrīninga procedūru ar nepieciešamajām lēcām un filtriem), kas redzes skrīninga procedūras laikā dod iespēju veikt akomodācijas viegluma procedūru ar standarta lēcu komplektu un lēcu komplektu ar mazāku dioptrisko stiprumu gadījumos, ja pacients nevar izpildīt uzdevumu ar standarta lēcu komplektu. Minētajai funkcijai ir pielietojumi arī redzes treniņos. Ierīcē integrētais distances sensors nodrošina attāluma kontroli starp displeju, uz kura tiek attēloti testa stimuli, un pacientu, lai nodrošinātu korektu izmeklējuma vai redzes treniņu norisi, t.i., testa stimuli un lēcu stiprumi paredzēti noteiktai distancei. Ierīcē integrētais žiroskops un akselometrs nodrošina iespēju kontrolēt pacientu galvas pozīciju, t.i., tiek kontrolēts, vai pacienta galvas nolieces leņķis atbilst distancei, kurā tiek veikts izmeklējums. Lai veiktu izmeklējumus dažādās distancēs, ierīces komunikācija ar sistēmu, kas nodrošina testa stimulu ģenerēšanu un pacienta/dalībnieku atbilžu analīzi, tiek nodrošināta ar bezvadu savienojumu.

Sadales mehānisms

Lai nodrošinātu divu disku, ar četrām pozīcijām priekš lēcām un filtriem katrā diskā, ir izveidots mehānisms, kas nodrošina viena diska pozīcijas maiņu atsevišķi vai divu disku pozīcijas maiņu vienlaikus (**skat. 1. att.**). Kustības pārvade no servo motora uz mehānismu tiek nodrošināta ar zobratiem A un B. Minētie zobrati nodrošina ne vien kustības pārvadi, bet arī vieglu piekļuvi servo motoram gadījumos, ja to nepieciešams nomainīt. Zobrats C nepieciešams, lai nodrošinātu kustības pārvadi no zobratiem B uz zobratu D, kas nodrošina mehānisma kustības pārvadi un daļēji nodrošina mehānisma pozīcijas kontroli. Zobrats E kopā ar zobratu D nodrošina mehānisma kustības paātrināšanu divas reizes salīdzinājumā ar servo motora kustības ātrumu un kustības sadali uz lēcas un filtrus saturošajiem diskiem. Zobrats F nodrošina kustības pārvadi uz geneva velkošo zobatu G, kas nodrošina lēcu diska pozīcijas maiņu un pozīcijas fiksēšanu. Lēcu diska pozīcijas maiņa tiek realizēta, zobratam A pagriežoties par 90 grādiem, zobratiem B pagriežoties par 144 grādiem, zobratiem C un D pagriežoties par 90 grādiem, zobratiem E un F pagriežoties par 180 grādiem. Proti, zobratam A pagriežoties par 90 grādiem, geneva velkošais zobrats pagriežas par 180 grādiem, t.i., zobrata pozīcija pret geneva piedzenošo zobratu saglabājas nemainīga, lēcas saturošais disks tiek pagriezts par 90 grādiem, t.i., disks pagriežas par vienu pozīciju. Zobrats H paredzēts, lai samazinātu

zobrata E kustības ātrumu, t.i., zobrata H kustības ātrums tiek samazināts līdz zobrata A kustības ātrumam un pārvada kustību uz geneva velkošo zobratu I, kas nodrošina filtru diska pozīcijas maiņu. Filtru diska pozīcijas maiņa tiek nodrošināta, zobratam A pagriežoties par 90 grādiem, zobratiem B pagriežoties par 144 grādiem, zobratiem C un D pagriežoties par 90 grādiem, zobratam E pagriežoties par 180 un zobratam H pagriežoties par 90 grādiem. Proti, zobrata A un H griešanās ātrumi ir ekvivalenti. Zobratam A pagriežoties par 360 grādiem, zobrats H veic vienu pilnu rotāciju ap savu asi un pagriež filtrus saturošos diskus par 90 grādiem, savukārt paralēli zobrats F veic divas pilnas rotācijas ap savu asi, pagriežot lēcas saturošo disku četras reizes par 90 grādiem. Augstāk aprakstītais mehānisms nodrošina neatkarīgu lēcas saturošā diska pozīcijas maiņu un vienā no četrām reizēm vienlaicīgu abu disku pozīcijas maiņu.

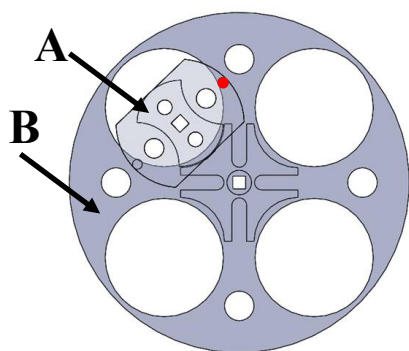


1.att. Attēlā ilustrēts lēcas un filtrus saturošo disku piedziņas mehānisms. A – servo motora zobrats, B – divi koncentriski novietoti 10 zobu zobrats, kas nodrošina piedziņas pārvadi no servo motora uz mehānismu, C – 16 zobu zobrats, D – 20 zobu zobrats ar atvērumiem gaismas diodēm un sensoriem, E – 10 zobu zobrats, kas nodrošina mehānisma kustības paātrināšanu un kustības sadali uz *geneva* mehānismiem, F – 10 zobu zobrats, kas nodrošina kustības pārvadi un *geneva* velkošo zobratu (G), kas piedzen lēcas saturošo disku, H – 20 zobu zobrats, kas samazina mehānisma kustības ātrumu, t.i., līdz servo motora kustības ātrumam, un nodrošina kustības pārvadi uz *geneva* mehānismu (I), kas nodrošina filtru diska pozīcijas maiņu un bloķēšanu.

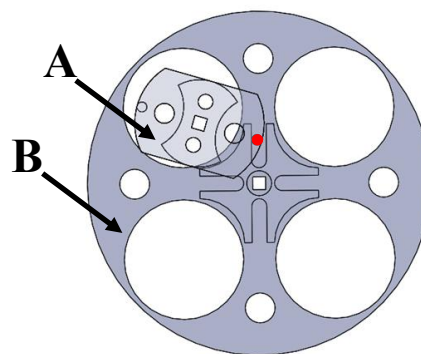
Bloķēšanas mehānisms

Lai nodrošinātu stabilu lēcu un filtru diska pozīcijas fiksāciju un bloķēšanu neatkarīgi no tā, vai ierīce ir ieslēgta, ir izveidots bloķēšanas-fiksācijas mehānisms. Lēcas saturošā diska (filtru diska) pozīcijas kontroli un piedziņu nodrošina ar *geneva* tipa mehānismu. *Geneva* velkošais zobrats attiecībā pret *geneva* piedzenamo zobratu tiek novietots 45° leņķī, tādējādi tiek nodrošināta lēcu diska fiksācija, jo

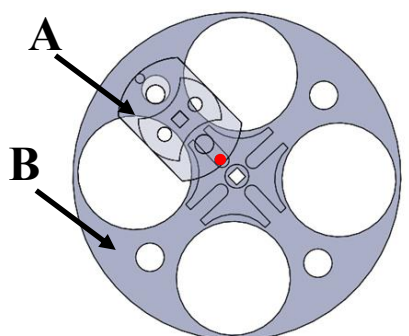
minētā pozīcija nepieļauj lēcu diska patvaļīgu rotāciju. Lēcu diska pozīcijas nomaiņa tiek nodrošināta, *geneva* velkošajam zobratam mijiedarbojoties ar *geneva* piedzenamo zobratu, kas novietots koncentriski uz lēcas saturošā diska, t.i., lēcu diska pozīciju fiksē *geneva* mehānisma elementi. Brīdī, kad lēcu diska pozīcija sekmīgi nomainīta, *geneva* velkošā un piedzenošā mehānisma bloķēšanas elementi novietojas pozīcijā, kas izslēdz iespēju patvaļīgi mainīt lēcu diska pozīciju. Augstāk minētais tehniskais risinājums nodrošina lēcu (filtra) diska pozīcijas maiņu un fiksēšanu neatkarīgi no mehānisma kustības virziena (skat. 2.att.).



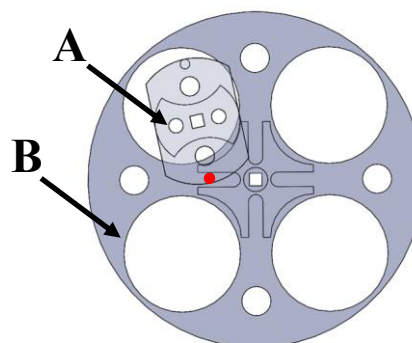
1.solis



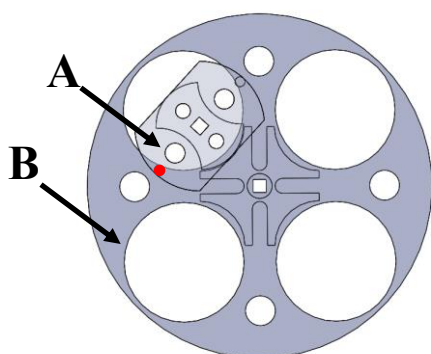
2.solis



3.solis



4.solis

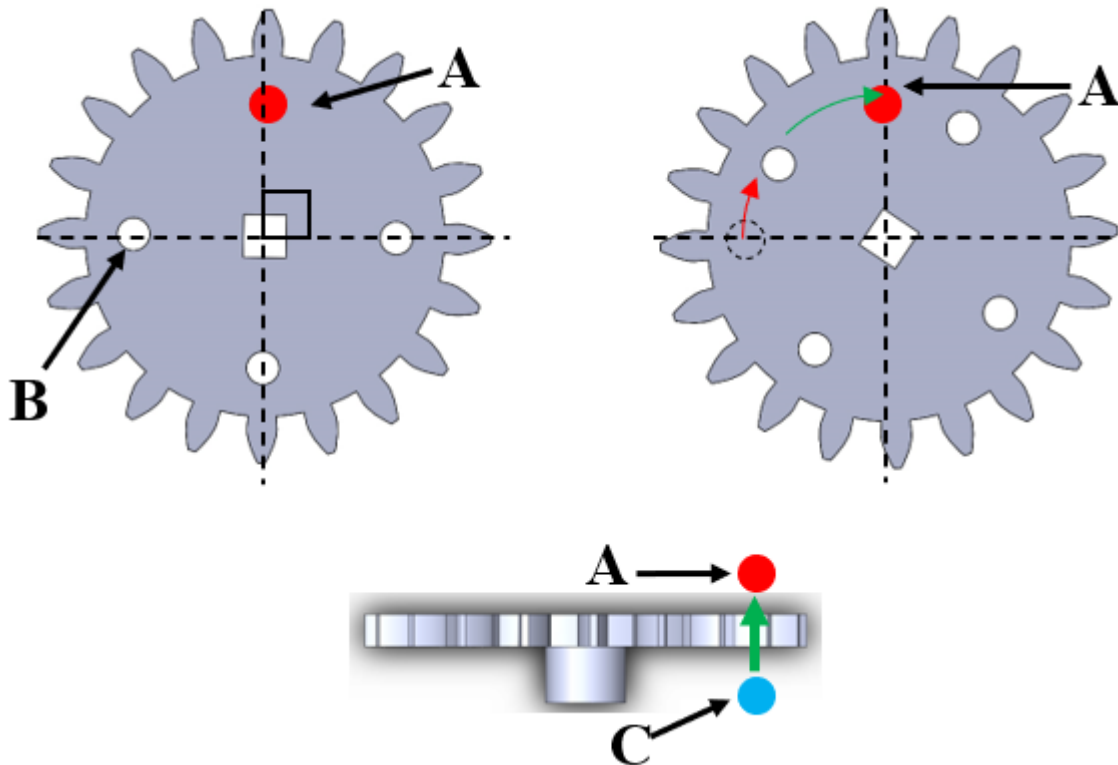


5.solis

1.att. Attēlos ilustrēti bloķēšanas – fiksācijas mehānisma darbības principi. Attēlos ar A apzīmēts *geneva* mehānisma velkošais zobrats, savukārt ar B *geneva* piedzenamais zobrats. Ar sarkanu punktu iekrāsota *geneva* zobrata detaļa, kurai saskaroties ar *geneva* piedzenamo zobratu, tiek pagriezts *geneva* piedzenamais zobrats un lēcas saturošais disks.

Kontroles mehānisms

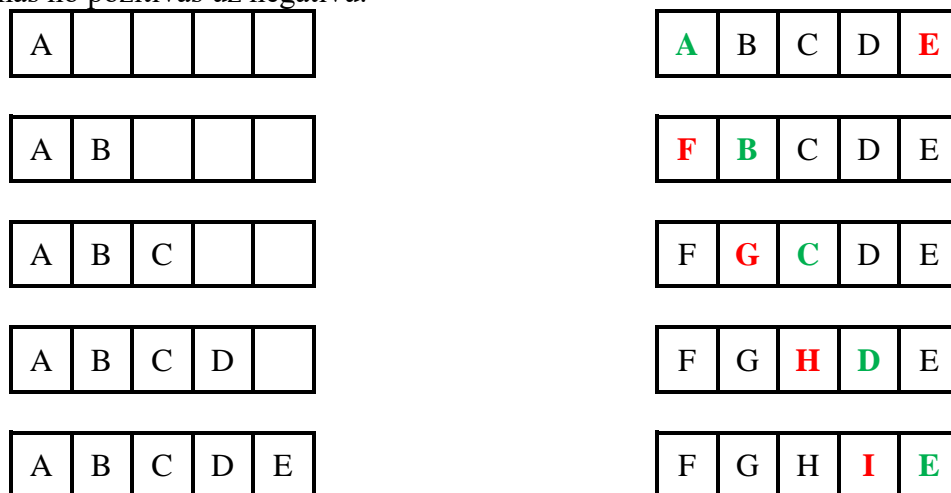
Lēcu un filtru mehānisma pozīcijas kontrole tiek nodrošināta, izmantojot sekojošas komponentes – mikrokontrolieris, infrasarkanās gaismas diode un sensors (**skat. 3.att.**). Infrasarkanās gaismas diode un sensors ir novietoti zem un virs 20 zobu zobrata, kura griešanās ātrums ir ekvivalents servo motora griešanās ātrumam. 20 zobu zobratā ir paredzēti četri atvērumi, kas izvietoti ik pa 90 grādiem, t.i., lai nodrošinātu mehānisma pozīcijas kontroli ik pa 90 grādiem.



2.att. Attēlā pa kreisi attēlots 20 zobu zobrats ar 4 atvērumiem ierīces pozīcijas fiksācijai. Attēlos ar sarkano punktu (A) attēlots gaismas sensors. Attēlā pa vidu attēlota situācija, kad zobrats bloķē no gaismas diodes (C) izstarotās gaismas absorbciju gaismas sensorā (A). Attēlā pa labi attēlots gaismas diodes un gaismas sensora novietojums attiecībā pret 20 zobu zobratu ar četriem atvērumiem.

Mikrokontrolierim saņemot komandu no datora vai citas viedierīces, komanda tiek dekodēta, t.i., tiek noskaidrotas abu disku vēlamās pozīcijas. Zinot pašreizējo abu acu lēcas un filtru ierīču lēcas un filtrus saturošo disku pozīcijas, automātiski tiek noskaidrots optimālais risinājums, kādā virzienā un par cik pozīcijām nepieciešams mainīt abu acu lēcas un filtrus saturošo disku pozīcijas. Ierīces mikrokontrolieris uzkrāj un rēķina gaismas intensitātes, ko reģistrē sensors, pieauguma tempu. Lai izvairītos no gadījuma rakstura kļūdām, tiek ierosināts rēķināt gaismas intensitātes pieauguma tempu, nevis detektēt iepriekš definētu vērtību, un rēķināt gaismas intensitātes pieauguma tempu nevis diviem sekojošiem mērījumiem, bet starp diviem mērījumiem, starp kuriem ir $n-2$ citu mērījumu. Pēc katras reģistrētās pozīcijas mikrokontrolieris reģistrē n gaismas sensora mērījumu rezultātus un aprēķina gaismas pieauguma tempu starp pirmo un n -to mērījumu (**skat. 4.att.**). Lai turpinātu aprēķināt gaismas intensitātes pieauguma tempu līdzīgā veidā, tiek ierosināts izveidot dinamisku masīvu. Proti, katrā solī tiek fiksēta pirmā un pēdējā mērījuma pozīcija (**4.att.** pirmā pozīcija iekrāsota ar zaļu, pēdējā ar sarkanu). Piemēram, aprēķinot gaismas intensitātes pieauguma tempu, tiek pieņemts, ka pirmās un

pēdējās pozīcijas numurs pieaug par vienu vienību (ja tas pārsniedz n, tad pieņem, ka pozīcijas numurs ir 1). Pozīcijā, kas atbilst pašreizējai pirmajai pozīcijai, tiek ierakstīts jaunā mērījuma rezultāts. Zinot gaismas intensitātes vērtības pirmajā un pēdējā pozīcijā, tiek aprēķināts gaismas pieauguma temps. Sekmīga pozīcijas maiņa tiek reģistrēta gadījumos, kad divos secīgos mērījumos gaismas pieauguma vērtības mainās no pozitīvas uz negatīvu.

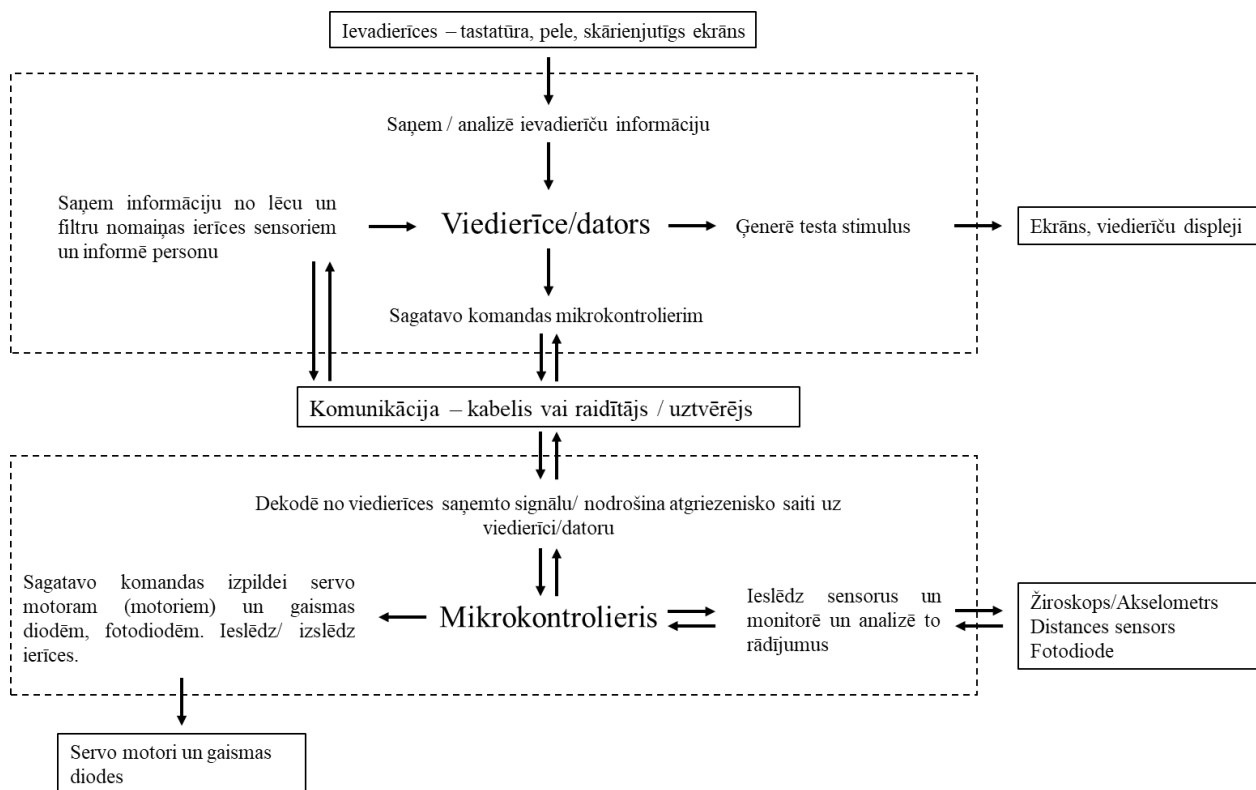


4.att. Attēlā pa kreisi demonstrēta masīva uzpildes shēma. Attēlā pa labi demonstrēta dinamiskā masīva darbības shēma.

Elektronikas vadības shēma

Elektronikas vadības sistēma sastāv no mikrokontroliera, servo motoriem, distances sensora, akselometra/ žiroskopa, elektroniskās shēmas bateriju uzlādei, infrasarkanās gaismas diodes un sensora (skatīt **att.4**). Ierīcē integrētais mikrokontrolieris nodrošina komandu saņemšanu no datora vai citas viedierīces, saņemto komandu dekodēšanu un to izpildes kontroli. Mikrokontrolieris veicina atgriezenisko saiti redzes skrīnīga un treniņu laikā, proti, minēto procedūru laikā tiek analizēta no distances sensora un akselometra /žiroskopa saņemtā informācija un nepieciešamības gadījumā tiek informēts pacients, ja tiek konstatēts, ka netiek ievērotas konkrētas izmeklējuma procedūras vai redzes treniņu sesijas instrukcijas. Ierīcē integrētais mikrokontrolieris nodrošina jaudas padevi uz servo motoriem un to pozīcijas kontroli, analizējot gaismas sensora reģistrētās gaismas intensitātes izmaiņas. Informācijas apmaiņa starp mikrokontrolieri un datoru vai viedierīci tiek nodrošināta divos veidos, proti, izmantojot fizisku savienojumu starp datoru / viedierīci un redzes skrīninga/treniņu iekārtu, vai ar bezvadu savienojumu, kas tiek realizēts ar ierīcē iebūvēto bezvadu pārraides moduli, kas nodrošina informācijas apriti starp datoru/viedierīci un redzes skrīninga/treniņu ierīcē iebūvēto mikrokontrolieri. Lai nodrošinātu iespējami ērtāku redzes skrīninga un redzes treniņu norisi, ierīcē iebūvētais bezvadu pārraides modulis un baterijas nodrošina autonomu ierīces darbību, t.i., ierīces darbības nodrošināšanai nav nepieciešams fizisks savienojums starp datoru/viedierīci un redzes skrīninga/treniņu ierīci.

Ierīcē integrētā mikrokontroliera programmatūra veic sensoru reģistrētas informācijas analīzi, neizmantojot datora vai citas viedierīces skaitļošanas resursus. Minētais risinājums nodrošina iespēju nodalīt stimulu ģenerēšanu un demonstrēšanu no ierīces vadības un kontroles sistēmas, kas nodrošina abu augstāk minēto procedūru sekmīgāku izpildi un realizāciju (skat. **5.att.**).



5.att. Ierīces elektroniskās vadības shēma

INTELEKTUĀLĀ ĪPAŠUMA AIZSARDZĪBA:

1) Latvijas patenta pieteikums Nr. LVP2022000026 izgudrojumam “Redzes skrīninga un redzes treniņa sistēma”;

2) Zinātība (know-how):

Redzes disfunkcijas noteikšanas un redzes treniņu programmas izvēles metodoloģija;

3) Autortiesības:

Redzes skrīninga un treniņu iekārtas darbības nodrošināšanas programmatūra.

PAPILDU INFORMĀCIJA:

- Redzes skrīninga metodoloģija ir pārbaudīta uz ~ 11 tūkst. bērnu. Redzes treniņu metodoloģija nav pārbaudīta pētniecības projekta ietvaros, bet balstās uz citiem pētījumiem un publikācijām.

INTELEKTUĀLĀ ĪPAŠUMA DOKUMENTĀCIJA, kurā ietilpst:

1. Patenta pieteikums;
2. Metodoloģijas apraksts;
3. Iekārtas darbības nodrošināšanas programmatūra.