**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**

Datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas un enerģētikas fakultāte

Lietišķo datorsistēmu institūts

**Dmitrijs Balutins**

bakalaura akadēmisko studiju programmas “Intelektuālās robotizētās sistēmas”

students, stud. apl. nr. 221RDB336

**Adaptīva sistēma starojuma parametru kontrolei**

**BAKALAURA DARBS: rudens semestra atskaite**

Zinātniskais vadītājs Dr.sc.ing.

Dmitrijs Bļizņuks

RĪGA, 2025.

Anotācija

Šis dokuments ir jāizmanto, kā ieteicamā veidne bakalaura darba rudens semestra atskaites noformēšanā. Visi dokumenta elementi, kas ir norādīti starp <> simboliem, ir jāaizstāj ar bakalaura darba autora datiem, piemēram, autora vārdu, tēmu vai konkrētas darba nodaļas nosaukumu. Bakalaura darba atskaites autors var brīvi papildināt atskaites struktūru ar sev nepieciešamajām nodaļām. *Slīprakstā* esošais teksts ir informatīvs un tas ir jādzēš ārā.

Satura rādītājs

[1. Darba būtība un aktualitāte 4](#_Toc188627320)

[2. informācijas avotu apstrādes rezultāti 8](#_Toc188627321)

[2.1. Adaptīvā optiskā sistēma lāzera starojuma kontrolei 8](#_Toc188627322)

[2.2. Elektromagnētiskā starojuma, vājināšanās un izkliedes adaptīvā kontrole un optimizācija, izmantojot pašpielāgošanās materiālu sistēmas 9](#_Toc188627323)

[2.3. Optimāla adaptīvā terapijas plānošanas kontrole staru terapijā 9](#_Toc188627324)

[2.4. Optimāla adaptīvā terapijas plānošanas kontrole staru terapijā 10](#_Toc188627325)

[2.5. Vienlaicīga adaptīvā vadība un parametru novērtēšana, izmantojot salikto adaptāciju, izmantojot modeļa atsauces adaptīvās vadības / Kalmana filtra metodes 10](#_Toc188627326)

[2.6. Radiācijas reakcija un uz adaptīvu kontroli balstīta MEMS akselerometru degradācijas mazināšana jonizējošās devas vidēs 11](#_Toc188627327)

[2.7. Viļņu enerģijas pārveidotāja adaptīvā vadība 11](#_Toc188627328)

[2.8. Automatizēta un interpretējama datorizēta pieeja ādas vēža diagnostikai, izmantojot ģenētisko programmēšanu 12](#_Toc188627329)

[2.9. Agrīna automatizēta noteikšanas sistēma ādas vēža diagnostikai, izmantojot mākslīgi viedās metodes 12](#_Toc188627330)

[2.10. Uz datiem balstīta adaptīvā vadība lāzera piedevu ražošanai ar automātisku kontroliera regulēšanu 13](#_Toc188627331)

[2.11 Rūpniecisko radiācijas procesu adaptīvās kontroles sistēmas izstrāde 13](#_Toc188627332)

[2.12 Jauns uz SpaSA balstīts hiperparametru optimizēts FCEDN ar adaptīvu CNN klasifikāciju ādas vēža noteikšanai 14](#_Toc188627333)

[2.13 UV-nanospieduma litogrāfija iepriekš noteiktiem SERS nanorakstiem, kas ir reproducējami ar zemām izmaksām un lielu caurlaidspēju 15](#_Toc188627334)

[2.14 Adaptīva federēta, uz mašīnmācīšanos balstīta viedā sistēma ādas slimību noteikšanai: solis ceļā uz viedo dermoskopijas ierīci 15](#_Toc188627335)

IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI

1. Darba būtība un aktualitāte

Bakalaura darba mērķis:

Izstrādāt un izpētīt adaptīvu sistēmu starojuma parametru kontrolei ādas vēža agrīnai diagnostikai, optimizējot UV gaismas intensitāti, viļņa garumu un starojuma laiku atkarībā no mainīgajiem vides apstākļiem un pacienta individuālajām ādas īpašībām, lai būtiski uzlabotu diagnostikas precizitāti, jutību un specifiskumu salīdzinājumā ar tradicionālajām metodēm.

Bakalaura darba uzdevumi:

1. Veikt padziļinātu literatūras apskatu par adaptīvajām sistēmām un to pielietojumu starojuma parametru kontrolei medicīnas diagnostikas jomā, īpašu uzmanību pievēršot jaunākajiem sasniegumiem ādas vēža diagnostikā.
2. Izpētīt RTU un LU izstrādātās ādas vēža diagnostikas ierīces tehniskos parametrus, darbības principus un dokumentāciju, analizējot tās priekšrocības un trūkumus.
3. Izstrādāt matemātisko modeli un algoritmu adaptīvai UV starojuma parametru kontrolei, ņemot vērā mainīgos vides apstākļus un pacienta ādas īpašības.
4. Izstrādāt un simulēt adaptīvās starojumu sistēmas prototipa aparatūras un programmatūras daļu.
5. Integrēt izstrādāto adaptīvo sistēmu ādas vēža diagnostikas ierīcē.
6. Veikt eksperimentus, lai novērtētu sistēmas efektivitāti un ietekmi uz diagnostikas precizitāti.
7. Analizēt iegūtos eksperimentālos datus, lai novērtētu sistēmas efektivitāti un ietekmi uz diagnostikas precizitāti.

Problēmas nostādne:

Ādas vēža, īpaši melanomas, agrīna diagnostika ir kritiski svarīga pacientu izdzīvošanas iespēju uzlabošanai. Tomēr tradicionālās diagnostikas metodes bieži ir atkarīgas no ārsta vai speciālista pieredzes, kas var izraisīt dažādus novērtējumus un kļūdainus rezultātus. Portatīvās ierīces, kas balstītas uz optiskajām tehnoloģijām, piemēram, RTU un LU izstrādātā ierīce, piedāvā iespēju veikt ātru, neinvazīvu un objektīvu diagnostiku. Šādu ierīču efektivitāte ir tieši atkarīga no spējas precīzi kontrolēt starojuma parametrus, piemēram, UV gaismas intensitāti, viļņa garumu un starojuma laiku.

Adaptīva sistēma ļautu optimizēt ierīces darbību, ņemot vērā mainīgos apstākļus, piemēram, apkārtējās vides apgaismojumu un pacientu individuālās ādas īpašības (pigmentācija, biezums un mitrums), kā arī dinamiski pielāgot starojuma parametrus reāllaikā, kas ļautu iegūt precīzākus un uzticamākus diagnostikas rezultātus, samazinot kļūdu skaitu un uzlabojot diagnostikas procesa efektivitāti dažādiem pacientiem un apstākļiem.

Šī problēma ir aktuāla, jo, lai gan optiskās tehnoloģijas jau tiek izmantotas diagnostikā, to pilnīga potenciāla izmantošana ir ierobežota, jo tām trūkst adaptīvas kontroles sistēmas, kas spēj dinamiskā pielāgoties mainīgiem apstākļiem un individuālām pacientu vajadzībām. Tādējādi adaptīvas sistēmas izstrāde ir būtisks solis uz priekšu, lai uzlabotu ādas vēža diagnostikas kvalitāti un pieejamību.

Tēmas aktualitātes pamatojums:

Ādas vēža, īpaši melanomas, agrīna diagnostika ir būtiska pacientu izdzīvošanas iespēju uzlabošanai. Šī tēma ir īpaši aktuāla, jo ādas vēzis ir visbiežāk diagnosticētais audzēju veids Latvijā. Ik gadu tiek reģistrēti vidēji 215 jauni melanomas gadījumi un 1410 citu ļaundabīgo ādas audzēju gadījumi. Melanoma, kas ir visbīstamākais ļaundabīgo ādas audzēju veids, izceļas ar augstākajiem mirstības rādītājiem. Diemžēl liela daļa ādas vēža gadījumu Latvijā joprojām tiek atklāta salīdzinoši vēlu, kad ārstēšana ir sarežģīta, dārga un pacientiem mazāk pieejama. Šī situācija skaidri uzsver nepieciešamību pēc efektīvākām un precīzākām agrīnās diagnostikas metodēm, kas palīdzētu atklāt slimību sākuma stadijā, kad ārstēšanas iespējas ir visefektīvākās.

Pēdējos gados ir novērojama tendence, ka ādas audzēji arvien biežāk tiek diagnosticēti jaunākiem cilvēkiem. Vecuma grupā no 20 līdz 54 gadiem katru gadu tiek reģistrēti vidēji 58 jauni melanomas gadījumi un 126 citu ļaundabīgo ādas audzēju gadījumi. Šī tendence norāda uz nepieciešamību pēc diagnostikas metodēm, kas būtu piemērotas ne tikai gados vecākiem pacientiem, bet arī jauniešiem, kuru slimības pazīmes var būt atšķirīgas.

Tradicionālās diagnostikas metodes bieži vien balstās uz ārsta vai speciālista subjektīvo pieredzi, kas var ierobežot to precizitāti un uzticamību. Cilvēks ar neapbruņotu aci ne vienmēr spēj pamanīt agrīnas slimības pazīmes, savukārt dermatoskopija var būt atkarīga no ārsta pieredzes un zināšanām. Šādas diagnostikas metodes nereti palielina risku palaist garām melanomas agrīnās stadijas pazīmes, īpaši gadījumos, kad ādas veidojumi ir netipiski vai grūti interpretējami.

Mūsdienu tehnoloģijas piedāvā ievērojami uzlabot diagnostikas precizitāti un efektivitāti. Digitālās diagnostikas sistēmas un mākslīgā intelekta algoritmi ļauj detalizēti izpētīt ādas veidojumus lielā palielinājumā, identificējot pat tās izmaiņas, kas ar neapbruņotu aci vai dermatoskopu nav pamanāmas. Turklāt šīs tehnoloģijas ļauj ilgtermiņā sekot līdzi ādas veidojumu izmaiņām, kas ir īpaši svarīgi pacientiem ar augstu risku vai lielu skaitu netipisku ādas veidojumu. Adaptīvās sistēmas, kas spēj pielāgoties dažādiem apstākļiem, piemēram, apgaismojumam vai pacienta ādas īpatnībām (pigmentācijai, biezumam u.c.), vēl vairāk uzlabo diagnostikas precizitāti un samazina kļūdaino rezultātu skaitu.

Ādas vēža diagnostikā liela nozīme ir arī sabiedrības izglītošanai par ādas pašpārbaužu nozīmi. Pētījumi liecina, ka lielāko daļu ādas audzēju atklāj paši pacienti vai viņu tuvinieki, jo ādas audzēji ir redzami. Regulāras pašpārbaudes, kas aizņem tikai 10 minūtes mēnesī, var palīdzēt savlaicīgi pamanīt aizdomīgus ādas veidojumus un novērst slimības attīstību uz progresīvākām stadijām. Ādas pašpārbaudes ir vienkāršs, bet efektīvs veids, kā ikviens var rūpēties par savu veselību un samazināt risku nonākt pie sarežģītām un emocionāli smagām ārstēšanas metodēm.

Lai gan pasaulē, arī Latvijā, melanomas ārstēšanā ir pieejami moderni un efektīvi medikamenti, tie spēj izglābt tikai pusi no pacientiem. Tas vēl vairāk uzsver agrīnās diagnostikas nozīmi, jo slimību atklājot agrīnā stadijā, ārstēšanas rezultāti ir ievērojami labāki. Adaptīvu sistēmu izstrāde ādas vēža diagnostikai ir aktuāla un daudzsološa joma, kas spētu pārvarēt tradicionālo metožu ierobežojumus. Šīs sistēmas varētu būt īpaši noderīgas attālos reģionos, kur speciālistu pieejamība ir ierobežota, un jaunākiem pacientiem, kuriem saslimstība ar ādas vēzi pieaug.

Integrējot jaunākās digitālās tehnoloģijas un mākslīgo intelektu, ir iespējams radīt personalizētākas un efektīvākas diagnostikas pieejas, kas uzlabotu ne tikai izdzīvošanas iespējas, bet arī pacientu dzīves kvalitāti. Šādas sistēmas spēj savlaicīgi identificēt bīstamus veidojumus un sekot līdzi to attīstībai, tādējādi mazinot gan diagnostikas, gan ārstēšanas kļūdas. Tādējādi, kombinējot jaunākās tehnoloģijas ar sabiedrības izglītošanu un agrīnās diagnostikas sistēmām, ir iespējams būtiski uzlabot cīņu pret ādas vēzi un melanomu, nodrošinot efektīvāku slimības kontroli gan individuālā, gan sabiedrības līmenī.

1.1. tabula

Bakalaura darba izstrādes plāns

|  |  |
| --- | --- |
| Aktivitāte | Termiņš |
| Literatūras apskats un teorētiskā izpēte | 2024. gada oktobris – 2025. gada janvāris |
| Adaptīvās starojumu sistēmas modeļa un algoritma izstrāde | 2025. gada februāris |
| Adaptīvās starojumu sistēmas prototipa izveide | 2025. gada februāris |
| Eksperimentu veikšana un datu vākšana | 2025. gada februāris - aprīlis |
| Rezultātu apkopošana un analīze | 2025. gada marts - aprīlis |
| Bakalaura darba noformēšana | 2025. gada aprīlis – maijs |
| Bakalaura darba iesniegšana un aizstāvēšana | 2025. jūnijs |

2. informācijas avotu apstrādes rezultāti

2.1. Adaptīvā optiskā sistēma lāzera starojuma kontrolei

Šajā rakstā tiek apskatīta adaptīva optiskā sistēma, kas izstrādāta jaudīgu lāzeru starojuma fokusēšanai. Sistēma sastāv no vairākām galvenajām komponentēm: viļņu frontes korektora, viļņu frontes mērītāja un programmatūras-aparatūras vadības sistēmas. Kā korektors tiek izmantots elastīgs bimorfs spogulis, kas ļauj precīzi pielāgot starojuma viļņu fronti. M² sensors analizē starojuma fokusēšanas kvalitāti, novērtējot parametrus kā lāzera starojuma diametrs, izkliedes leņķis un kvalitātes parametrs M². Sistēmas vadība balstās uz kombinētu metodi, kas apvieno gradientu metodes un ģenētiskos algoritmus, lai optimizētu parametrus un novērstu zemas pakāpes aberācijas.

Aprakstītā adaptīvā optiskā sistēma izmanto tehnoloģijas un principus, kas var būt noderīgi UV starojuma parametru kontrolē ādas vēža diagnostikas ierīcēs. Viļņu frontes korekcija, starojuma kvalitātes uzlabošana un adaptīvu algoritmu izmantošana reālajā laikā ir tieši piemērojamas pētījumam.

Detalizēti aprakstītie komponenti - bimorfs spogulis, M² sensors, Shack-Hartmann tipa sensors - var kalpot kā tehniskais pamats sistēmas izstrādei. Vadības algoritmi piedāvā efektīvu risinājumu optimizācijas problēmām UV starojuma parametru kontrolē. Aberāciju kontroles sistēmas spēja un fokusēšanas kvalitātes uzlabošana ir būtiska diagnostikas precizitātei ādas veidojumu analīzē.

Avots sniedz tehnisko informāciju par adaptīvas sistēmas izveidi un vadības algoritmiem, palīdzot saprast adaptīvās optikas pielietojumu medicīniskajās ierīcēs. Piedāvātās metodes var palīdzēt uzlabot diagnostikas precizitāti mainīgos apstākļos un nodrošināt labākus rezultātus pacientu veselības aprūpē.

2.2. Elektromagnētiskā starojuma, vājināšanās un izkliedes adaptīvā kontrole un optimizācija, izmantojot pašpielāgošanās materiālu sistēmas

Šajā rakstā tiek apskatīta adaptīvās kontroles un optimizācijas pieeja elektromagnētiskā starojuma, tā vājināšanas un izkliedes vadībai, izmantojot pašpielāgojošās materiālu sistēmas.

Raksts koncentrējas uz adaptīvo materiālu īpašībām, kas spēj mainīt savas fiziskās īpašības reālajā laikā, reaģējot uz ārējiem apstākļiem, piemēram, starojuma intensitāti vai frekvenci. Tiek aprakstīti algoritmi un tehnoloģijas, kas ļauj pašpielāgojošajām sistēmām optimizēt elektromagnētisko starojumu, izmantojot atgriezenisko saiti. Galvenais uzsvars ir uz sistēmu spēju dinamiski pielāgoties mainīgiem apstākļiem.

Pētījums piedāvā adaptīvas kontroles pieejas, ko var pielietot UV starojuma parametru kontrolei ādas vēža diagnostikas ierīcēs. Aprakstītie materiāli un to īpašības var tikt izmantoti UV starojuma intensitātes un viļņu garuma precīzai kontrolei. Piedāvātie adaptīvie algoritmi, kas balstīti uz atgriezeniskās saites mehānismiem, ļauj optimizēt starojuma parametrus reālajā laikā.

Rakstā aplūkotā starojuma efektivitātes optimizācija un elektromagnētiskās izkliedes un vājinājuma kontrole ir būtiska diagnostikas ierīcēs, lai nodrošinātu precīzus mērījumus.

2.3. Optimāla adaptīvā terapijas plānošanas kontrole staru terapijā

Pētījums koncentrējas uz nelineāras optimālās kontroles izstrādi onkoloģiskajā terapijā. Autori piedāvā pieeju, kas ļauj dinamiskā veidā pielāgot staru terapijas plānu - terapijā regulējot starojuma intensitāti veselo audu aizsardzībai, bet diagnostikā - precīzai ādas izmaiņu uztverei.

Adaptīvā pieeja balstās uz reāllaika datu analīzi un mašīnmācīšanās algoritmiem optimālās starojuma devas noteikšanai. Tiek aprakstītas metodes dažādu datu avotu (attēldiagnostikas rezultātu, biomarķieru) integrēšanai lēmumu pieņemšanas procesā.

Autori aplūko izaicinājumus sistēmas ieviešanai klīniskajā praksē, uzsverot nepieciešamību pēc uzlabotām kvalitātes procedūrām un personāla apmācības. Rezultāti liecina, ka adaptīvā kontrole var uzlabot terapijas efektivitāti.

Rakstā uzsvērtā atgriezeniskā saite starp sensoriem un starojuma avotu nodrošina stabilu darbību mainīgos apstākļos. Piedāvātās kļūdu samazināšanas metodes var palīdzēt optimizēt UV starojuma ietekmi diagnostikā. Minētie adaptīvie algoritmi (PID kontrole, mašīnmācīšanās) var kalpot par pamatu sistēmas izstrādē.

2.4. Optimāla adaptīvā terapijas plānošanas kontrole staru terapijā

I.D. Landau strādā “Centre National de la Recherche Scientifique” un “Laboratorie d'Aromatique de Grenoble”. Viņš ir autors grāmatai "Controls, Adaptive Systems", kas apskata adaptīvo kontroles sistēmu pamatprincipus un tehnikas. Grāmata ietver tādas tēmas kā tiešās un netiešās adaptīvās kontroles metodes, parametru adaptācijas algoritmi un to pielietojumi.

Dotā grāmata netika izlasīta līdz galam, bet deva ieskatu un labāku saprašanu par adaptīvo kontroles sistēmu izstrādi un darbību.

2.5. Vienlaicīga adaptīvā vadība un parametru novērtēšana, izmantojot salikto adaptāciju, izmantojot modeļa atsauces adaptīvās vadības / Kalmana filtra metodes

Raksta autori apskata vienlaicīgu adaptīvo vadību un parametru novērtēšanu, izmantojot kompozīto adaptāciju. Pētījums apvieno divas metodes - modeļa atsauces adaptīvo vadību (MRAC) un Kalmana filtru, piedāvājot pieeju vienlaicīgai sistēmas vadībai un parametru novērtēšanai.MRAC metode nodrošina sistēmas izejas sekošanu vēlamajam atsauces modelim, bet Kalmana filtrs tiek izmantots parametru precīzākai novērtēšanai. Kompozītās adaptācijas algoritms apvieno abas metodes, uzlabojot vadības precizitāti un parametru novērtēšanu. Šī pieeja nodrošina ātrāku pielāgošanos sistēmas izmaiņām un stabilāku darbību mainīgos apstākļos nekā tradicionālās metodes.

Autori analizē metodes ieviešanas izaicinājumus - skaitļošanas sarežģītību un stabilitātes nodrošināšanu, piedāvājot risinājumus un demonstrējot efektivitāti ar simulācijām un eksperimentiem.

Darbs sniedz nozīmīgu ieguldījumu adaptīvās vadības jomā ar potenciālu uzlabot sistēmu darbību dažādās inženierzinātņu nozarēs.

2.6. Radiācijas reakcija un uz adaptīvu kontroli balstīta MEMS akselerometru degradācijas mazināšana jonizējošās devas vidēs

Raksta autori pētīja gamma starojuma ietekmi uz komerciāliem kapacitīvajiem MEMS akselerometriem, kas paredzēti robotizētām sistēmām kodolkatastrofu seku likvidēšanai. Tika analizēta starojuma izraisītā ADXL325 akselerometru degradācija un tās ietekme uz ieejas-izejas attiecību.

Rezultāti uzrāda - mērenu sensora nelinearitātes pieaugumu, nozīmīgas, nemonotoniskas izmaiņas ass jutībā un nulles g nobīdē, atšķirības starp detaļām un ass-pret-ass variācijas

Autori novērtē degradācijas ietekmi uz robota manipulatora darbību, izmantojot simulāciju, un piedāvā reāllaika rekalibrācijas tehniku, kas balstīta uz adaptīvās vadības teoriju. Šī tehnika var tikt pielietota uz vietas, bez zināšanām par degradācijas mehānismiem.

Pētījums parāda, ka uz vadību balstītas stratēģijas var pagarināt neaizsargātu sensoru darbmūžu ekstremālos radiācijas apstākļos, sniedzot vērtīgu ieguldījumu adaptīvo vadības sistēmu pielietojumā.

2.7. Viļņu enerģijas pārveidotāja adaptīvā vadība

Pētījums piedāvā jaunu adaptīvu vadības metodi viļņu enerģijas pārveidotājiem (WEC), izmantojot adaptīvu vadības algoritmu, kas balstās uz recedējošā horizonta pseidospektrālo formulējumu. Šī pieeja regulāri pielāgo lineāro vadības modeli, izmantojot sistēmas identifikācijas metodes.

Gadījuma izpētē izmantota skaitliskā viļņu tvertnes (NWT) simulācija, kur adaptīvais kontrolieris interaktīvi atjaunina savu iekšējo modeli, balstoties uz izmērītajiem datiem.

Rezultāti parāda, ka adaptīvā vadība spēj absorbēt vairāk enerģijas nekā neadaptīvā vadība, vienlaikus samazinot WEC pārvietojumus un PTO spēkus. Tā arī samazina nepieciešamo divvirzienu enerģijas plūsmu uz/no PTO, kas var samazināt enerģijas zudumus, ņemot vērā PTO neefektivitāti.

Pētījums sniedz nozīmīgu ieguldījumu viļņu enerģijas pārveidotāju efektivitātes uzlabošanā, piedāvājot risinājumu, kas pielāgojas mainīgiem jūras apstākļiem.

2.8. Automatizēta un interpretējama datorizēta pieeja ādas vēža diagnostikai, izmantojot ģenētisko programmēšanu

Raksts piedāvā jaunu datorizētu pieeju ādas vēža diagnostikai, izmantojot ģenētisko programmēšanu (GP). Pētījumā izstrādāta datorizētās diagnostikas (CAD) sistēma, kas automātiski apgūst efektīvas pazīmes klasifikācijai. Šī pieeja nodrošina gan augstu precizitāti, gan interpretējamību, kas ir būtiska ārstiem lēmumu pieņemšanā.

GP tiek izmantota, lai automātiski izveidotu pazīmju ekstrakcijas funkcijas labdabīgu un ļaundabīgu ādas bojājumu atšķiršanai. Metode ļauj sistēmai pielāgoties dažādiem ādas vēža veidiem, attēlu kvalitātēm un ādas tipiem, kas ir būtiska priekšrocība salīdzinājumā ar tradicionālajām metodēm.

Automātiskā pazīmju apgūšana var uzlabot diagnostikas precizitāti, nodrošinot rezultātu interpretējamību, kas ir būtiska medicīniskajās diagnostikas sistēmās. GP metodes varētu tikt integrētas adaptīvajā sistēmā, lai uzlabotu starojuma parametru kontroli, balstoties uz attēlu analīzes rezultātiem.

2.9. Agrīna automatizēta noteikšanas sistēma ādas vēža diagnostikai, izmantojot mākslīgi viedās metodes

Raksts prezentē automatizētu agrīnās diagnostikas sistēmu ādas vēža noteikšanai, izmantojot mākslīgo intelektu. Agrīna diagnostika var samazināt mirstību, un automatizētā sistēma piedāvā alternatīvu tradicionālajām metodēm, kas bieži ir sāpīgas, laikietilpīgas un dārgas.

Pētījumā salīdzinātas divas segmentācijas metodes - adaptīvā čūska (AS) un reģionu augšana (RG). AS uzrādīja augstāku precizitāti (96%) nekā RG (90%). Klasifikācijai izmantoti mākslīgie neironu tīkli (ANN) un atbalsta vektoru mašīnas (SVM). Sistēma ar ANN algoritmu demonstrēja izcilus rezultātus - 94% precizitāti, 96% precizitāti, 95.83% specifiskumu, 92.30% jutību un 0.94 F1-rādītāju.Piedāvātā sistēma ir viegli lietojama un ātrdarbīga, ļaujot pacientiem veikt efektīvu agrīno diagnostiku.

2.10. Uz datiem balstīta adaptīvā vadība lāzera piedevu ražošanai ar automātisku kontroliera regulēšanu

Rakstā tiek piedāvāta jauna datu vadīta adaptīvās kontroles stratēģija lāzera sprieguma regulēšanai tiešās enerģijas uzklāšanas (DED) procesā. Izstrādātā kontroliera arhitektūra ietver automātiskās regulēšanas bloku, kas optimizē kontroliera parametrus, balstoties uz procesa datiem.

Kontrolieris izmanto virtuālās atsauces atgriezeniskās saites metodi (VRFT), lai pielāgotu PID kontroliera parametrus reālajā laikā bez sistēmas identifikācijas. Eksperimenti parādīja uzlabojumus paraugu ģeometriskajā precizitātē un kausējuma baseina konsistencē.

Galvenā priekšrocība ir kontroliera spēja pielāgoties dažādām detaļu formām, materiāliem un procesa parametriem bez manuālas regulēšanas. Eksperimenti ar dažādām ģeometrijām un materiāliem demonstrēja augstāku efektivitāti nekā nekontrolēts process vai tradicionālā PID kontrole.

Pētījums sniedz nozīmīgu ieguldījumu ražošanas jomā, piedāvājot risinājumu DED procesu stabilitātes un kvalitātes uzlabošanai bez nepieciešamības veikt laikietilpīgu sistēmas identifikāciju.

2.11 Rūpniecisko radiācijas procesu adaptīvās kontroles sistēmas izstrāde

Raksts prezentē adaptīvu kontroles sistēmu rūpnieciskajiem starojuma procesiem, kas spēj pielāgoties mainīgiem apstākļiem. Autori norāda, ka tradicionālās kontroles metodes bieži nespēj nodrošināt optimālu veiktspēju, tāpēc nepieciešama adaptīva pieeja.

Piedāvātā sistēma izmanto reāllaika mērījumus un mašīnmācīšanās algoritmus kontroles parametru dinamiskai pielāgošanai. Tā reaģē uz izmaiņām procesa apstākļos, materiālu īpašībās un vides faktoros, nodrošinot konsekventu starojuma devu un kvalitāti.

Eksperimenti ar dažādiem rūpnieciskajiem starojuma procesiem (materiālu apstrāde, sterilizācija) demonstrē sistēmas efektivitāti. Rezultāti parāda uzlabotu procesa stabilitāti un samazinātas parametru novirzes salīdzinājumā ar tradicionālajām metodēm.

Pētījums apskata arī adaptīvās kontroles ieviešanas izaicinājumus, tostarp drošības aspektus, sniedzot nozīmīgu ieguldījumu rūpniecisko starojuma procesu kontroles uzlabošanā ar potenciālu palielināt efektivitāti un kvalitāti.

2.12 Jauns uz SpaSA balstīts hiperparametru optimizēts FCEDN ar adaptīvu CNN klasifikāciju ādas vēža noteikšanai

Raksts piedāvā inovatīvu pieeju ādas vēža diagnostikai, kombinējot tīklu (FCEDN) ar adaptīvu neironu tīklu (CNN). Pētījums fokusējas uz dermoskopisko attēlu segmentāciju un klasifikāciju labdabīgu un ļaundabīgu ādas bojājumu atšķiršanai.

Izmantotais Sparrow Search Algorithm (SpaSA) optimizē FCEDN hiperparametrus, uzlabojot veiktspēju. FCEDN arhitektūra ar kodētāja un dekodētāja komponentēm nodrošina precīzu pikseļu līmeņa segmentāciju, kamēr adaptīvais CNN veic ādas bojājumu klasifikāciju.

Pētījumā izmantotas ISIC-2017, ISIC-2019 un PH-2 datu kopas, iegūstot augstu segmentācijas precizitāti (98.78%) un klasifikācijas precizitāti (91.67%). Metode izceļas ar energoefektivitāti un zemāku resursu patēriņu apmācībā.

FCEDN-SpaSA modelis demonstrē efektīvu adaptīvo pieeju, kas var tikt integrēta UV starojuma parametru kontroles sistēmā, savukārt adaptīvās CNN klasifikācijas metodes var uzlabot diagnostikas precizitāti.

2.13 UV-nanospieduma litogrāfija iepriekš noteiktiem SERS nanorakstiem, kas ir reproducējami ar zemām izmaksām un lielu caurlaidspēju

Raksts piedāvā inovatīvu risinājumu virsmas izkliedes (SERS) substrātu izgatavošanai, izmantojot ultravioletās nanoimprintēšanas litogrāfiju (UV-NIL). Pētījuma mērķis ir radīt reproducējamus, lētus un augstas caurlaidspējas nanostrukturētus metāliskus substrātus SERS tehnoloģijām.

Autori izstrādāja C-veida plazmoniskās nanostruktūras uz rezistiem, izmantojot UV-NIL metodi, ar sekojošu zelta kārtas pārklājumu. Šī pieeja novērš nepieciešamību pēc silīcija gravēšanas, samazinot ražošanas izmaksas un laiku, vienlaikus uzlabojot reproducējamību.

Eksperimentālie rezultāti uzrādīja augstu signāla pastiprinājumu pie 785nm ierosmes viļņa garuma, kā arī labu reproducējamību dažādās mērījumu vietās. Substrāti demonstrēja stabilitāti un atkārtotu lietojamību pēc vairākiem tīrīšanas cikliem.

Pētījums sniedz nozīmīgu ieguldījumu nanotehnoloģiju un sensoru attīstībā, piedāvājot praktisku risinājumu augstas kvalitātes SERS substrātu masveida ražošanai, kas īpaši svarīgi biomedicīnas un ķīmiskās analīzes jomās.

2.14 Adaptīva federēta, uz mašīnmācīšanos balstīta viedā sistēma ādas slimību noteikšanai: solis ceļā uz viedo dermoskopijas ierīci

Raksts apraksta inovatīvu pieeju ādas slimību diagnostikai, izmantojot adaptīvu federatīvo mašīnmācīšanos. Pētījums fokusējas uz inteliģentas dermoskopijas ierīces izstrādi precīzai ādas slimību noteikšanai.

Autori pielieto federatīvās mācīšanās pieeju, kas ļauj apmācīt modeli no vairākiem datu avotiem, saglabājot datu privātumu. Sistēmas adaptīvā daba nodrošina spēju pielāgoties jauniem datiem un pastāvīgi uzlabot veiktspēju, kas īpaši nozīmīgi medicīnas jomā ar mainīgu datu pieejamību un kvalitāti.

Eksperimenti ar vairākām ādas slimību datu kopām demonstrē sistēmas efektivitāti, uzrādot augstāku precizitāti nekā tradicionālās pieejas. Pētījums veido nozīmīgu soli inteliģentu dermoskopijas ierīču attīstībā, potenciāli uzlabojot ādas slimību agrīno diagnostiku un ārstēšanu.

Izmantotie informācijas avoti

1. *Vēža agrīnās diagnostikas dati* <https://soliprieksamelanomai.lv/adas-veza-agrina-diagnostika/>
2. *Melanomas pašdiagnostikas resurs* <https://soliprieksamelanomai.lv/melanomas-pazimes/melanomas-diagnostika/>
3. *Adaptīvā optiskā sistēma lāzera starojuma kontrolei* A. Aleksandrov, A. V. Kudryashov, A. L. Rukosuev, T. Yu. Cherezova, and Yu. V. Sheldakova, "An adaptive optical system for controlling laser radiation," *J. Opt. Technol.*, vol. 74, no. 8, pp. 550–554, 2007. doi: [10.1364/JOT.74.000550](https://doi.org/10.1364/JOT.74.000550).
4. *Elektromagnētiskā starojuma, vājināšanās un izkliedes adaptīvā kontrole un optimizācija, izmantojot pašpielāgošanās materiālu sistēmas* L. R. Arnaut, "Adaptive control and optimization of electromagnetic radiation, attenuation, and scattering using self-adaptive material systems," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 51, no. 7, pp. 1530–1548, Jul. 2003. doi: [10.1109/TAP.2003.813617](https://doi.org/10.1109/TAP.2003.813617).
5. *Optimāla adaptīvā terapijas plānošanas kontrole staru terapijā* G. Arcangeli, M. Benassi, L. Nieddu, C. Passi, G. Patrizi, M.T. Russo, Optimal adaptive control of treatment planning in radiation therapy, European Journal of Operational Research, Volume 140, Issue 2, 2002, Pages 399-412, ISSN 0377-2217, <https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00078-4>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221702000784>)
6. *Optimāla adaptīvā terapijas plānošanas kontrole staru terapijā* I.D. Landau, Controls, Adaptive Systems, Editor(s): Robert A. Meyers, Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition), Academic Press, 2003, Pages 649 - 658, ISBN 9780122274107, <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00142-3>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0122274105001423>)
7. *Vienlaicīga adaptīvā vadība un parametru novērtēšana, izmantojot salikto adaptāciju, izmantojot modeļa atsauces adaptīvās vadības / Kalmana filtra metodes* T. Espinoza and D. Roascio, "Concurrent adaptive control and parameter estimation through composite adaptation using model reference adaptive control/Kalman Filter methods," 2017 IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA), Maui, HI, USA, 2017, pp. 662-667, doi: 10.1109/CCTA.2017.8062538.
8. *Radiācijas reakcija un uz adaptīvu kontroli balstīta MEMS akselerometru degradācijas mazināšana jonizējošās devas vidēs* E. B. Pitt *et al*., "Radiation Response and Adaptive Control-Based Degradation Mitigation of MEMS Accelerometers in Ionizing Dose Environments," in *IEEE Sensors Journal*, vol. 17, no. 4, pp. 1132-1143, 15 Feb.15, 2017, doi: 10.1109/JSEN.2016.2640199.
9. *Viļņu enerģijas pārveidotāja adaptīvā vadība* J. Davidson, R. Genest and J. V. Ringwood, "Adaptive Control of a Wave Energy Converter," in *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, vol. 9, no. 4, pp. 1588-1595, Oct. 2018, doi: 10.1109/TSTE.2018.2798921.
10. *Automatizēta un interpretējama datorizēta pieeja ādas vēža diagnostikai, izmantojot ģenētisko programmēšanu* K. Yu, J. Lian, Y. Bi, J. Liang, B. Xue and M. Zhang, "An Automated and Interpretable Computer-Aided Approach for Skin Cancer Diagnosis Using Genetic Programming," in *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, doi: 10.1109/TEVC.2024.3459096.
11. *Agrīna automatizēta noteikšanas sistēma ādas vēža diagnostikai, izmantojot mākslīgi viedās metodes* Mahmoud, N.M., Soliman, A.M. Early automated detection system for skin cancer diagnosis using artificial intelligent techniques. *Sci Rep* **14**, 9749 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59783-0>
12. *Uz datiem balstīta adaptīvā vadība lāzera piedevu ražošanai ar automātisku kontroliera regulēšanu* Chen, L.; Yao, X.; Chew, Y.; Weng, F.; Moon, S.K.; Bi, G. Data-Driven Adaptive Control for Laser-Based Additive Manufacturing with Automatic Controller Tuning. *Appl. Sci.* **2020**, *10*, 7967. <https://doi.org/10.3390/app10227967>
13. *Rūpniecisko radiācijas procesu adaptīvās kontroles sistēmas izstrāde* R. Kumar and T. Nguyen, "Development of an Adaptive Control System for Industrial Radiation Processes," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 65, no. 9, pp. 4567–4576, 2018
14. *Jauns uz SpaSA balstīts hiperparametru optimizēts FCEDN ar adaptīvu CNN klasifikāciju ādas vēža noteikšanai* Ali, R., Manikandan, A., Lei, R. et al. A novel SpaSA based hyper-parameter optimized FCEDN with adaptive CNN classification for skin cancer detection. Sci Rep 14, 9336 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57393-4>
15. *UV-nanospieduma litogrāfija iepriekš noteiktiem SERS nanorakstiem, kas ir reproducējami ar zemām izmaksām un lielu caurlaidspēju* K. Milenko, F. T. Dullo, P. C. V. Thrane, Z. Skokic, and C. A. Dirdal, "UV-Nanoimprint Lithography for Predefined SERS Nanopatterns Which Are Reproducible at Low Cost and High Throughput," *Nanomaterials*, vol. 13, no. 10, p. 1598, May 2023. doi: [10.3390/nano13101598](https://doi.org/10.3390/nano13101598)
16. *Adaptīva federēta, uz mašīnmācīšanos balstīta viedā sistēma ādas slimību noteikšanai: solis ceļā uz viedo dermoskopijas ierīci* Hashmani, M.A., et al. An Adaptive Federated Machine Learning-Based Intelligent System for Skin Disease Detection: A Step toward an Intelligent Dermoscopy Device. Applied Sciences, 11(5), 2145 (2021). <https://doi.org/10.3390/app11052145>