



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Reģionālās attīstības fonds

Prioritāte: 2.1. Zinātne un inovācijas

Pasākums: 2.1.1.1. Zinātne, pētniecība un attīstība

Aktivitāte: 2.1.1.1. Atbalsts zinātnei un pētniecībai

Projekta nosaukums: „Plaukstas datu nolasīšanas un apstrādes sistēma” (PALMS)

Līguma noslēgšanas datums: 13.12.2013.g.

Projekta sākuma datums: 01.01.2014.g.

Projekta beigu datums: 30.06.2015.g.

Vienošanās Nr.2013/0035/2DP/2.1.1.1.0/13/APIA/VIAA/015

Eiropas Reģionālās attīstības fonda finansējuma saņēmējs: Elektronikas un datorzinātņu institūts (EDI)

ZINĀTNISKĀ PĒTĪJUMA PROGRESU APLIECINOŠĀ DOKUMENTĀCIJA

Pārskata numurs Nr.6. par periodu no 01.04.2015.g. līdz 30.06.2015.g.

Projekta zinātniskais vadītājs: Modris Greitāns, Dr.sc.comp., vad. pētnieks
Pētījuma projekta izpildītāju saraksts: Rihards Fuksis, pētnieks
Mihails Pudžs, pētnieks
Oļegs Ņikišins, pētnieks
Rinalds Ruskuls, asistents
Teodors Eglītis, elektronikas inženieris
Mihails Broitmans, vadošais pētnieks

ELEKTRONIKAS UN DATORZINĀTŅU INSTITŪTS
Rīga, Latvija
2015. gads

Anotācija

PALMS ir Eiropas Reģionālās attīstības fonda līdzfinansēts projekts zinātnei un pētniecībai. Projekta vispārīgais mērķis ir inovatīva un konkurētspējīga produkta izveide. Projekta ietvaros plānots izstrādāt plaukstu datu nolasīšanas un apstrādes sistēmu, kas balstīta uz biometrisku parametru (plaukstu asinsvadu, nospiedumu un ģeometrijas datu) izmantošanu. Projekts tiek veikts prioritārā zinātnes virzienā „Inovatīvi materiāli un tehnoloģijas”.

Projekta aktivitātes ietver:

- rūpnieciskos pētījumus, kas ietver izpēti, lai iegūtu zināšanas un prasmes izstrādājamās iekārtas radīšanai, kā arī atsevišķu komplektējošu daļu izstrādei un uzlabošanai;
- plaukstu datu nolasīšanas un apstrādes sistēmas prototipa eksperimentālo izstrādi;
- projekta vadību un publicitāti par projektu.

Projekts tiek īstenots sadarbībā starp Elektronikas un datorzinātņu institūtu un SIA „Infoserv-Rīga”. Izpildes ilgums – 18 mēneši.

Šajā dokumentā dots pārskats par projekta piektajā periodā (01.04.2015.-30.06.2015.) veiktajiem pētniecības darbiem un sasniegtiem rezultātiem.

Ievads

Privāto objektu piekļuve šobrīd galvenokārt tiek kontrolēta izmantojot mehāniskās durvju slēdzenes, kuras iespējams atslēgt izmantojot atbilstošu atslēgu, vai elektromehāniskās slēdzenes, kuras galvenokārt atslēdz, izmantojot radio frekvenču identifikācijas (RFID) kartes, vai arī kodu slēdzenes. Taču šīm drošības metodēm ir vairāki trūkumi: atslēgas un RFID kartes mēdz nozaudēt vai nozagt; atslēgas mēdz viltot un slēdzenes uzlauzt; RFID karti var nodot kādai citai personai; koda slēdzenes var kādam pateikt, vai ievadīšanas brīdī nolasīt.

Lai risinātu šīs problēmas un samazinātu to rezultātā radušos zaudējumus, projekta ietvaros plānots izstrādāt personu atpazīšanas iekārtu, kas balstīta uz plaukstu datu izmantošanu. Ierīce balstīsies uz plaukstu asinsvadu, plaukstu nospiedumu un ģeometrijas datu nolasīšanu un atpazīšanu. Šāda nolasītāja priekšrocība ir tā, ka lietotājam personīgi ir jābūt klāt identifikācijas brīdī, lai piekļūtu objektam. Šādā gadījumā cilvēka plauksta ir objekta piekļuves atslēga. Tiek izslēgti tādi riski kā atslēgas nozaudēšana vai aizmiršana.

PALMS pētniecības grupas darbs ir saistīts ar augšminēto problēmu risinājumu. Šajā projekta pārskata posmā ir veikti darbi un sasniegti rezultāti sekojošos aktivitātes „Rūpnieciskie pētījumi” pētījumos:

- Plaukstu datu apstrādes algoritmu izpēti, lai apstrādātu dažādos reālos apstākļos iegūtus attēlus;
- Plaukstu datu iegūšanas un apstrādes algoritmu paralelizācija un implementēšana iegūtajās sistēmās;
- Plaukstu datu šifrēšanas paņēmieni izpēti, datu efektīvas glabāšanas paņēmieni izpēti un testēšana;
- Plaukstu datu nolasītāja datu drošības risinājumu, datu pārraides arhitektūras un nepieciešamā drošības līmeņa izpēti.

Trešajā pārskata periodā ir uzsākts darbs pie projekta aktivitātes „Eksperimentālā izstrāde” apakšaktivitātēm:

- Plaukstu datu nolasīšanas un apstrādes sistēmas prototipa elektroniski iespiedplašu izstrāde, montāža un testēšana;
- Plaukstu datu nolasīšanas un apstrādes sistēmas prototipa kopējā montāža un testēšana.

Rezultātu kopsavilkums

Projekta sestajā periodā (01.04.2015.-30.06.2015.) veikto pētniecības uzdevumu un rezultātu kopsavilkums ir sekojošs:

Plaukstu datu apstrādes algoritmu izpēti, lai apstrādātu dažādos reālos apstākļos iegūtus attēlus:

Pētījums par optimālo plaukstu attēlu uzņemšanas augstumu, dažādā augstumā uzņemtu attēlu izdalītās biometrijas informācijas līdzības salīdzinājums

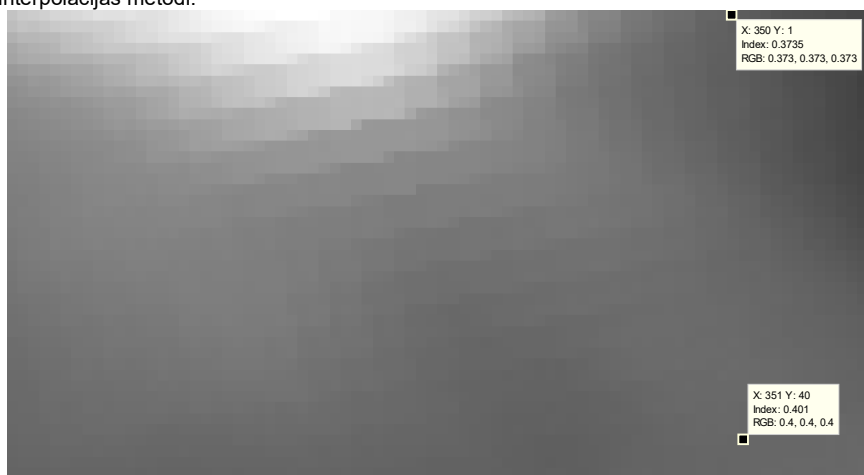
Testējot sistēmu veikts pētījums, kurā uzņemti un analizēti plaukstu attēli. Attēli uzņemti dažādos augstumos, lai noteiktu metodes, ar kurām paaugstināt veidojamās sistēmas lietošanas ērtumu un precizitāti. Plauksta novietota noteiktos augstumos no iekārtas virsmas – 6 līdz 14 cm, ar 1cm soli. Tālāk analizēta tā informācija, kura izdalīta no ROI apgabala – nefiltrēti sarkanā un zilā krāsu kanāla attēli, no šiem attēliem konstruēts plaukstu maskas attēls, filtrēti sarkanā un zilā krāsu kanāla attēli (t.i. izdalīta biometriskā informācija – informācija par plaukstu rievām un vēnām), kā arī salīdzināta un analizēta izdalīto biometriskā datu līdzība (salīdzinot HOV vektorus) starp dažādiem augstumiem. Detalizēti attēli apskatāmi šī dokumenta pielikumā Nr.1.

Izdalītā ROI un plaukstu maskas salīdzinājums pie dažādiem augstumiem.

Salīdzināti rievu / vēnu attēli mērogotam un rotētam attēlam. Iepriekš uzņemtie attēli nosūtīti uz iekārtu, un tajā veikta plaukstu ROI izdala, attēlu rotēšana un mērogošana, tad attēli nosūtīti atpakaļ uz Matlab vidi, kur veikta to statistiskā analīze. Šādā veidā visi dati pilnībā apstrādāti tikai ar iekārtu, bez datora iejaukšanās. Attēliem veikta gamma korekcija ar $\gamma = 0.8$. Detalizēti attēli apskatāmi šī dokumenta pielikumā NR.2.

Analizējot attēlus summāros R un B krāsu kanālu attēlus (pie katra no uzņemšanas augstumiem uzņemti 100 attēli, pie dažādiem augstumiem plauksta detektēta 89 līdz 100 attēlos) var izdarīt secinājumus, ka katrā augstumā plauksta detektēta un pagriezta pareizi, summārajos attēlos skaidri redzamas izteiktākās vēnas un rievās. Redzams, ka visizteiktākās plaukstu līnijas redzamas attēlos, kas uzņemti 8-10 cm augstumā.

Apskatot izveidotos plaukstu maskas attēlus redzams, ka visos augstumos pirkstu starpas detektētas skaidri, attēli savā starpā savietoti korekti. Var redzēt, ka pie augstāk uzņemtiem attēliem (12 – 14 cm no iekārtas virsmas) gan detektētās pirkstu starpas ir izkliedētas, gan aplūkojot R un B krāsu kanālu attēlus var novērot, ka tie ar izteiktām tonu pārejām - ~~Att. 1Att. 1~~. Tas izskaidrojams ar to, ka pašlaik netiek izmantota attēlu interpolācija, veicot attēla mērogošana un rotēšana. Redzams, ka nepieciešams pielietot kādu interpolācijas metodi.



Att. 1 - R krāsu kanāla mērogotais attēla fragments, kas uzņemts 14 cm augstumā

Salīdzinot jau mērogotos summāros R un B krāsu kanālus, kuri uzņemti pie dažādiem augstumiem, (piem., pie 6 un 14 cm - ~~Att. 2Att. 2~~) var redzēt, ka tiem ir neatbilstība vienam pret otru – katrā no summārajiem attēliem atrodams izteikts plaukstu detaļu – rievu krustpunktu, varam redzēt, ka šiem

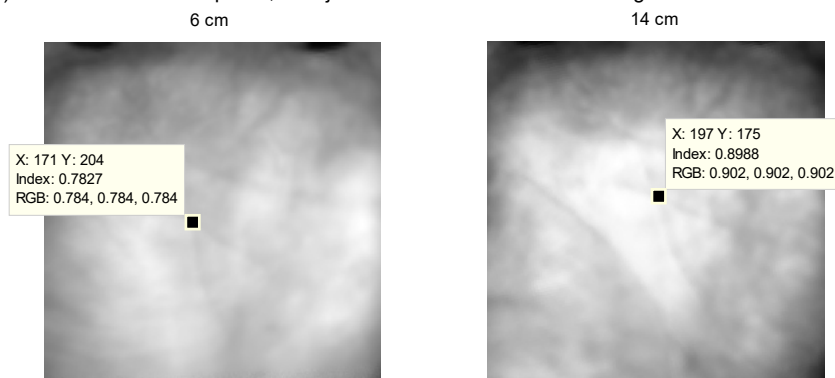
Field Code Changed

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Font: 10 pt

Field Code Changed

punktiem ir 39 pikseļu nobīde, kas ir vairāk, kā puse no HOV viena reģiona izmēra (gan platumā, gan garumā). Šādi rezultāti liecina par to, ka ir jāuzlabo attēla rotāšana un mērogošana.



Att. 2 - Plaukstu mērogotie R krāsu kanāla attēli, uzņemti pie 6 cm un 14 cm

Izdalīto biometriskā datu (attēlu) salīdzinājums pie dažādiem augstumiem.

Lai veiktu šādu eksperimentu, tā pat, kā iepriekš, biometriskajai iekārtai tika nosūtīti iepriekš uzņemtie plaukstu attēli, bet no iekārtas atpakaļ saņemti jau filtrētie biometriskie dati – plaukstu rievu un vēnu tīklojums. Tas ir, iekārtā tai nosūtītajā attēlā detektēja plaukstu, mērogoja un rotēja ieejas attēla R un B krāsu kanālus, un tad tie attiecīgi tika filtrēti, izdalot plaukstu rievu un vēnu biometriskos datus. Tālāk dati no 89 līdz 100 attēliem pie katra attēlu uzņemšanas augstuma tika summēti, veidojot statistisko vidējo attēlu – šādus attēlus jau tālāk iespējams vizuāli analizēt (detalizētu informāciju var atrast šī dokumenta pielikumā, attēli attēloti, summas attēlam izpildot gamma korekciju ar $\gamma = 0.8$, lai tipiskākās līnijas būtu skaidrāk saskatāmas un analizējamas.

Var izdarīt līdzīgus novērojumus kā apskatot nefiltrētos mērogotos summāros attēlus – pie visiem dažādajiem augstumiem plauksta *savietota* pareizi – redzamas spēcīgas izteikto biometriskā pazīmju līnijas. Vēl var pamanīt to, ka jo attēls uzņemts pie mazāka augstuma (6 – 8 cm), jo summārais attēls ir *tirāks* – tajā redzamas vairāk izteiktās līnijas un ir mazāka atšķirība starp attēliem – neparādās liekas līnijas – pie augstāk uzņemtiem attēliem summārais biometriskā pazīmju attēls ir *tumšāks* – no attēla uz attēlu detektētas dažādas pazīmes, kas summārajā attēlā redzamas dažādās vietās – t.i. izdarāms secinājums, ka ar pašreizējajiem attēla mērogošanas parametriem, kā arī biometriskā pazīmju filtru uztādījumiem, precīzāk biometriskās pazīmes tiek izdalītas, ja plauksta tiek novietota 6 – 10 cm augstumā.

Tālāk apskatītu dažādajos augstumos izdalīto biometriskā datu salīdzinājums, datus ierakstot viena attēla dažādajos krāsu kanālos, visos attēlojumos **sarkans – zemākais augstums, zilzaļš –augstākais augstums**, kurā uzņemti plaukstu attēli -

Formatted: Normal, Justified

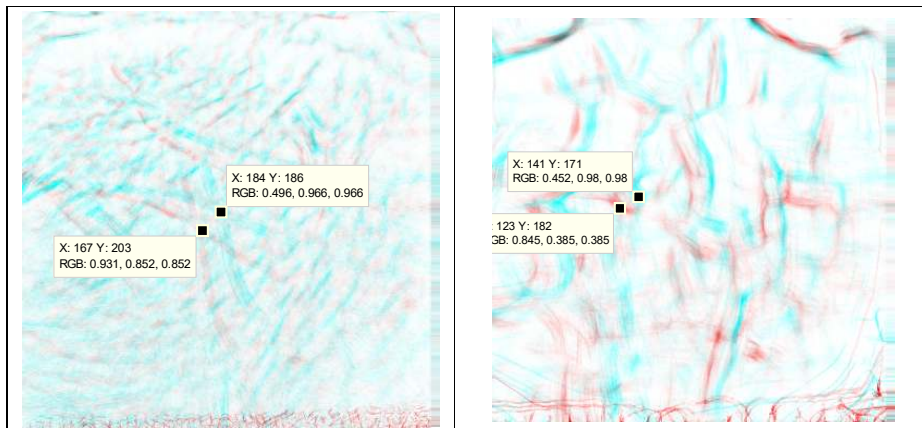
Field Code Changed

Formatted: Font: 10 pt

Att. 3 Att. 3 līdz Att. 5 Att. 5.

Field Code Changed

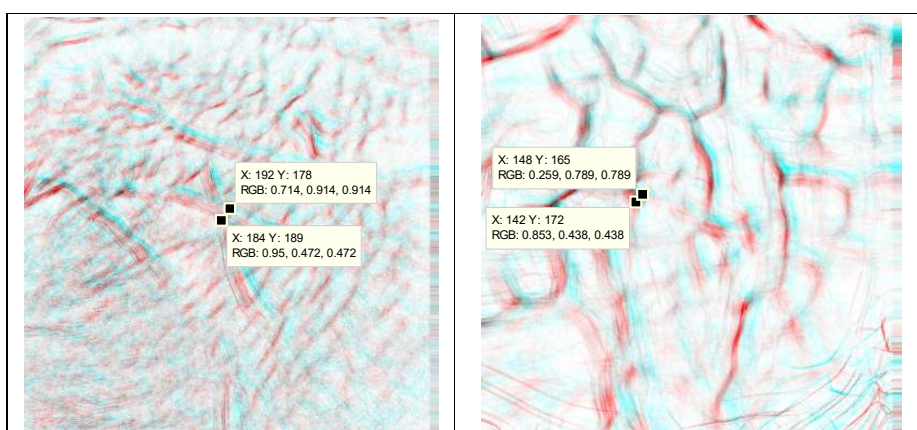
Formatted: Font: 10 pt



Att. 3 -Izdalīto biometrisko pazīmju salīdzinājums – 6 un 10 cm



Att. 4 -Izdalīto biometrisko pazīmju salīdzinājums – 6 un 14 cm



Att. 5 -Izdalīto biometrisko pazīmju salīdzinājums – 10 un 14 cm

Tā pat kā iepriekš, tika meklēti kādi raksturīgi izdalīto datu punkti, dažādajos augstumos un mērīts attālums starp tiem. Ideālas izdalīšanas gadījumā attālumam starp šiem punktiem būtu jābūt nullei.

Attālumi raksturīgajām pazīmēm starp 6 un 10 cm augstumā uzņemtajiem attēliem – rievām aptuveni 24 pikseli; vēnām – aptuveni 21 pikselis.

6 un 14 cm (maksimālais augstuma diapazons) – rievu pazīmēm aptuveni 36 pikseli; vēnām - aptuveni 29 pikseli.

10 un 14 cm – rievu pazīmēm – aptuveni 13.6 pikseli; vēnu – aptuveni 9.2 pikseli.

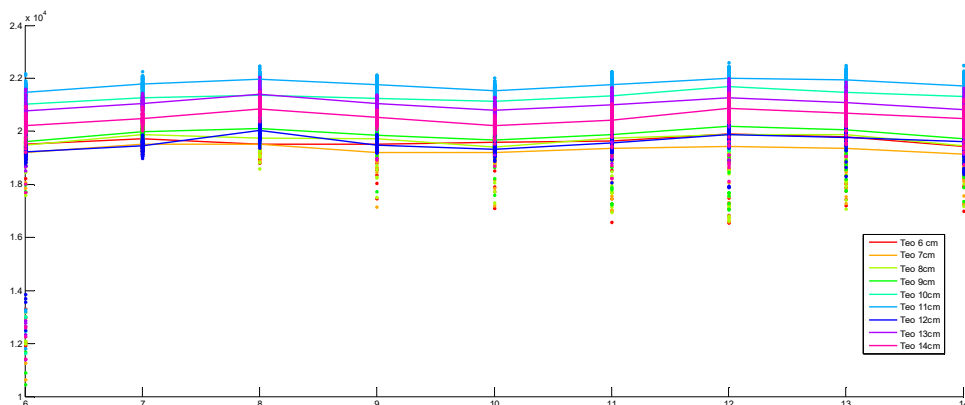
Analizējot datus jāņem vērā, ka viena HOV sektora izmērs ir 64 x 64 pikseli. Redzams, ka starp visiem augstumiem atrastais reģions ir atrasts ar nobīdi. Tā kā iepriekš analizējot plaukstas binārā reģiona maskas pirkstu starpas tika secināts, ka pirkstu starpas atrastas korekti, tad domājams, ka ir kļūda ar plaukstas rotāciju, īpaši tālāk no pirkstu starpām – ~~Att. 6~~ Att. 6.



Att. 6 - Virziens, kurā neprecīzi tiek mērogots attēls

Rievu un vēnu līdzības salīdzinājums pie dažādiem augstumiem.

Nākošais solis – izpildīt tādu procedūru, kā līdz šim, taču no iekārtas iegūt nevis attēlu, bet gan biometrisko rievu un asinsvadu kodu, pēc tam veikt salīdzināšanu, izmantojot Matlab vidi. Katrā augstumā uzņemto 100 plaukstas attēlu biometrisko kodi (HOV vektori) salīdzināti ar visu augstumu etalonu HOV vektoriem – iegūtie rezultātu grafiki rievām un vēnām apskatāmi attiecīgi ~~Att. 7~~ Att. 7 un ~~Att. 8~~ Att. 8.



Att. 7 - rievu līdzības salīdzinājums pie dažādiem plaukstas novietošanas augstumiem

Formatted: Font: 10 pt

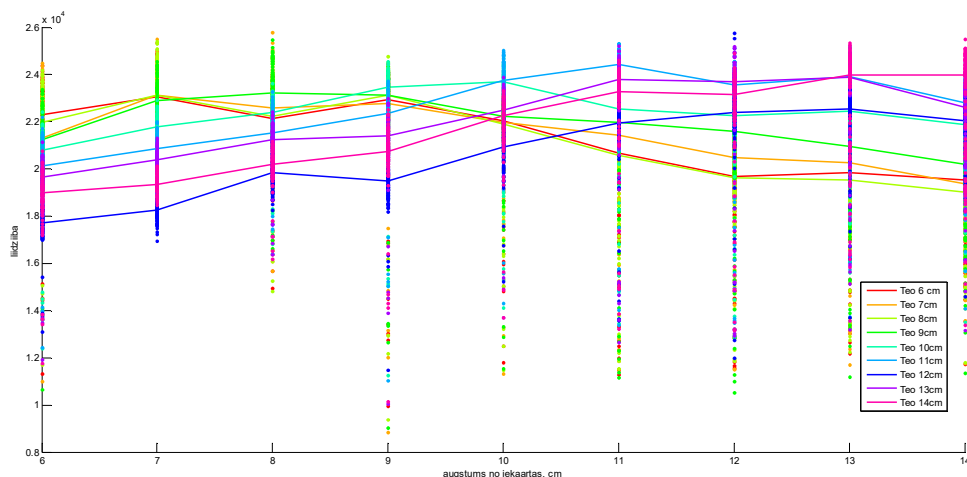
Field Code Changed

Formatted: Font: 10 pt

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: 10 pt



Att. 8 - vēnu līdzības salīdzinājums pie dažādiem plauksts novietojuma augstumiem

Var novērot, ka rievu biometriskie kodi ir maza līdzības izkļiede pie dažādiem augstumiem. Var redzēt, ka mediānas novērtējums datiem, kas uzņemti pie 11 cm augstuma ir visaugstākais - šie dati ir vislīdzīgākie visu augstumu etalondatiem. Šādu rezultātu var izskaidrot uz ar to, ka, iespējams, visos 100 attēlos bija novērojamas minimālas plauksts deformācijas un minimāla plauksts kustība, tādēļ datu līdzības mediānas vērtība ar dažādo augstumu etaloniem bija vislielākā.

Ar vēnām gan situācija ir cita – var novērot, ka vēnu informācija, atkarībā no augstuma dalās divās lielās grupās – vēnu informācija savstarpēji ir vislīdzīgākā 6 .. 10 cm augstumā un 10 .. 14 cm. 10 cm augstumā izdalītie plauksts HOV vektori līdzība ir apmierinoša ar visu augstumu etaloniem.

Secināms, ka lai paaugstinātu sistēmas precizitāti nepieciešams uzlabot attēlu pārprojicēšanu (mērogošanu, rotēšanu), turpmāk izmantojot starp pikseļu interpolāciju. Novērojams arī tas, ka dati tiek nepareizi pārprojicēti – to iespējams izskaidrot ar kādu kļūdu implementētajā mērogošanas blokā.

Neskatoties uz to novērojams, ka visaugstāko sistēmas precizitāti (un tādejādi arī lietošanas ērtumu) iespējams, sasniegt, ja etalona datus uzņem 10 cm augstumā, taču autorizējosies plauksts novieto 8 – 10 cm augstumā no iekārtas.

Plauksts datu iegūšanas un apstrādes algoritmu paralelizācija un implementēšana iegultās sistēmās:

Ieejas attēla pārprojicēšana

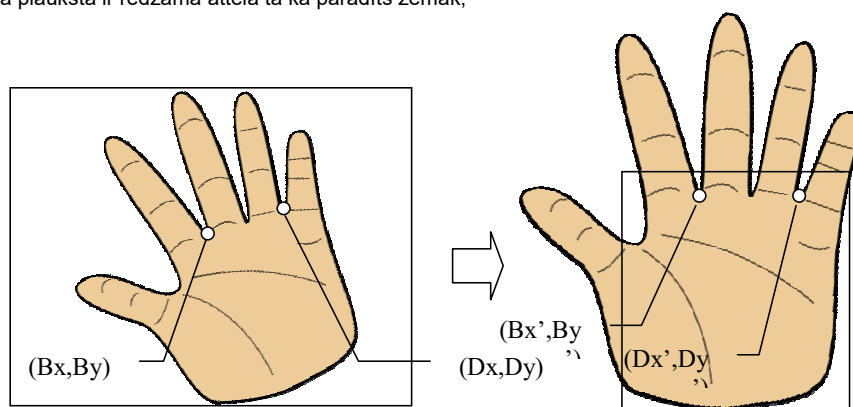
Attēla ieguves modulis iegūst attēlu tieši tādu, kādu to redz attēlu sensors, bez jebkādam transformācijām. Taču plauksts novietojums virs iekārtas var mainīties. Tādēļ pēc plauksts detektēšanas procedūras, ja tāda bija atrasta un ir zināmas pirkstu starpu koordinātas, attēlu ir nepieciešams transformēt, lai plauksts pazīmes dažādos attēlos izdalītos vienmēr vienās un tajās pašās pozīcijās.

Turpmāk, nelielas aprēķinu sarežģītības dēļ, ir pieņemts koriģēt attēlu izmantojot afinās (lineāras) transformācijas. Tad katram transformēta attēla punktam (x_{new}, y_{new}) piekārto ieejas attēla punktu (x_{old}, y_{old}) tā, lai izpildītos sakarība:

$$[x_{old} \cdot z, y_{old} \cdot z, z] = [x_{new}, y_{new}, 1] \cdot M$$

T ir lineāra 3x3 transformācijas matrica. Gadījumā ja $M_{1,3} = M_{2,3} = 0$, koeficients $z=1$ un darbs norisinās ar nehomogēnām koordinātām (vienkāršākie aprēķini), taču neļauj izkorigēt projekcijas deformācijas. Korekcija notiek attēla pārbīdei izmantojot bīdes matricu $T(dx, dy)$, attēla mērogam izmantojot mērogošanas matricu $S(s)$ un attēla rotācijai izmantojot rotācijas matricu $R(d\phi)$.

Ja plauksts ir redzams attēlā tā kā parādīts zemāk,



iegūtais attēls

Vēlamais izkorigētais attēls

un $By' = Dy'$, tad attēla pozīcijas korekcijai piemēro sekojošas transformācijas:

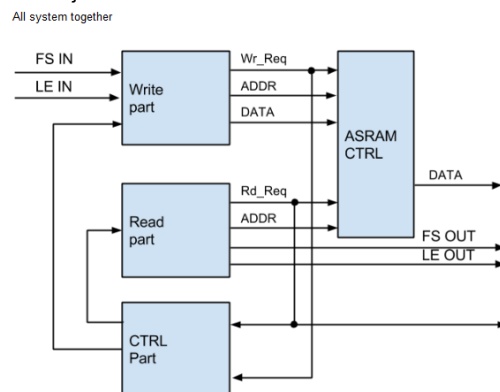
1. Nobīde: $T1(-Bx, -By)$,
2. Rotācija: $R(\phi)$, kur ϕ ir taisnes $(Bx, By) - (Dx, Dy)$ slīpuma leņķis,
3. Mērogošana: $S(s)$, kur s ir attālumu $(Bx', By') - (Dx', Dy')$ un $(Bx, By) - (Dx, Dy)$ attiecība,
4. Nobīde: $T2(+Bx', +By')$.

Pielietojot matricu īpašības, tad:

$$M = \text{inv}(T1 * R * S * T2)$$

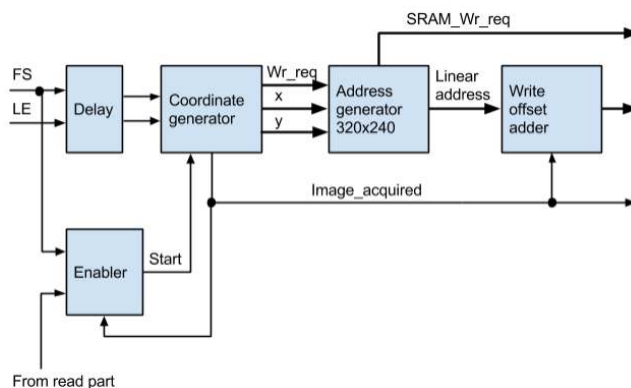
Speciālais FPGA modulis aprēķina M koeficientus, zinot detektētas plaukstas pirkstu starpu koordinātas (Bx, By) , (Dx, Dy) un vēlamas plaukstas pirkstu starpu koordinātas.

Pārprojicēšanas moduļa realizācija FPGA:



Attēla pārprojicēšanas moduļa arhitektūra

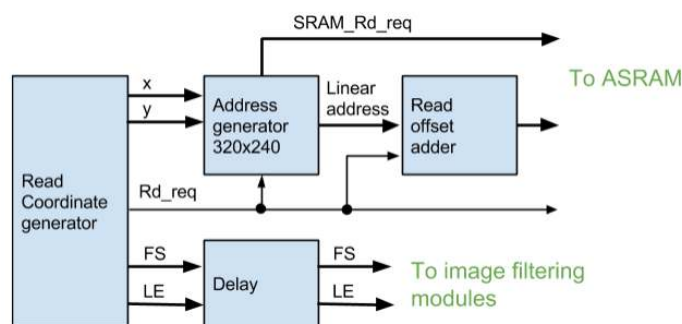
Pārprojicēšana norisinās izmantojot ārējo SRAM, kuru vada rakstīšanas modulis, lasīšanas modulis. Vadības modulis sinhronizē lasīšanu un rakstīšanu, nodrošinot pareizo darba secību.



Rakstīšanas modulis

Rakstīšanas moduļa uzdevums ir no attēlu sensora saņemto attēlu ierakstīt ārējā SRAM atmiņā, saglabājot pikseļu novietojumu. Modulis aktivizējas saņemot ieejas attēlu, un pēc savas darbības aktivizē lasīšanas moduli:

Read part block diagram



Lasīšanas modulis

Lasīšanas moduļa uzdevums ir formēt attēla izversi (FS, LE signāli), kā arī katra lasāma pikseļa koordinātas (x_{new} , y_{new}) transformēt izmantojot matricu M koordinātas (x_{old} , y_{old}). Tā tiek nodrošināta pareizo pikseļu nolasišana.

Pārprojicētais attēls ir ar citu izšķirtspēju un turpmāk tiek apstrādāts ar vēnu un rievu filtriem pēc metodes [1].

References:

1. EGLITIS, T., PUDZS, M., GREITANS, M., 2014. Bimodal palm biometric feature extraction using a single RGB image, International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG 2014), September 2014.

Plaukstu datu šifrēšanas panēmienu izpēte, datu efektīvas glabāšanas panēmienu izpēte un testēšana:

Pārskata periodā ir veikti vairāki uzdevumi, kas saistīti ar datu drošības novērtēšanu. Ir veikti eksperimenti un izstrādāta testēšanas metodoloģija šifrētu datu drošības novērtēšanai un noturībai pret statistisko uzbrukumu. Ir izstrādāta metodika, kas spēj novērtēt datu stabilitāti starp diviem biometrijas datu vektoriem un veikt stabilitātes indeksa aprēķinu. Ir secināts, ka izvēlēta pieeja ir noturīga pret statistiskiem uzbrukumiem.

Ir veikta biometrijas datu sapludināšanas metožu izpēte un analīze, kā rezultātā ir atklātas sistēmas vājās vietas un izstrādāta metodoloģija, kas nodrošinātu datu sapludināšanu pazīmju līmenī, tādā veidā izslēdzot iespēju, ar viena parametra palīdzību uzlauzt visu sistēmu. Ir veikti eksperimenti un sistēmas testi, kas rezultātā parāda, ka sistēma ir droša pret vienkāršiem viena parametra uzbrukumiem un noturīga pret viltojumiem, kas ietver plaukstu fotogrāfijas izmantošanu autorizēšanās procesā.

Ir izpētīta un analizēta plaukstu attēlu nolasišanas un apstrādes sistēma. Veikta izveidoto algoritmu izvērtēšana un pamatprincipu apgūšana, tālākai integrēšanai tās potenciālajā pielietojuma infrastruktūrā. Paralēli izpētītas arī jaunākās plaukstu nolasišanas un apstrādes sistēmas, un to pielietojšanas iespējas esošajā sistēmā. Veikta kļūdu analīze, sistēmas uzlabošana un pilnveidošana.

Plaukstu datu nolasiņtāja datu drošības risinājumu, datu pārraides arhitektūras un nepieciešamā drošības līmeņa izpēte:

Šajā pārskata periodā tika analizēts, uzlabots un papildināts izstrādātais biometrijas datu drošības līmeņa noteikšanas algoritms. Tika analizēti plaukstu datu drošības risinājumi un novērstas radušās kļūdas. Veikta realizētā risinājuma uzlabošana un pilnveidošana programmēšanas vidē. Novēršot problēmas un kļūdas, tika uzlabots izstrādātais algoritms un analizēts jaunizveidotais risinājums. Tikai veikta arī plaukstu datu drošības risinājuma gaitas apkopošana, izveidotā algoritma apraksts un izvērsta analīze.

Plaukstu datu nolasišanas un apstrādes sistēmas prototipa elektroniski iespiedplašu izstrāde, montāža un testēšana, prototipa kopējā montāža un testēšana:

Šajā periodā tika izstrādātas iespiedplates PALMS prototipam. Galvenā plate sastāv no ceturtās paaudzes **Altera FPGA** integrālās mikrosēmas – **Cyclone IV**. Principiālās elektriskās shēmas un iespiedplates tika izstrādātas **Altium Designer** programnodrošinājumā.

Galvenā moduļa blokshēma

Centrālais komponents ir Altera FPGA, apkārt ir pieslēgti komponenti, kas nepieciešami sekmīgai PALMS prototipa funkcionēšanai. Šeit var izdalīt galvenās apakšgrupas:

1. komponenti, kas nodrošina FPGA atklūdošanu, ieprogrammēšanu - JTAG, AS;
2. komponenti, kas nodrošina prototipa saziņu ar datoru izmantojot USB saskarni;
3. komponenti, kas nodrošina gan īslaicīgu, gan patstāvīgu datu glabāšanu;
4. komponenti, kas nodrošina citu moduļu pieslēgšanu, funkcionalitātes paplašināšanai.

FPGA atklūdošana un ieprogrammēšana.

Nodrošina iespēju atklūdot testējamo iekārtu izmantojot **JTAG** pieslēgvietu, ir iespējams lietot Quartus II speciālu programmu - Signal Tap logic analyzer II, kas ļauj reālā laikā novērot iekšējos signālus.

AS pieslēgvietā nodrošina, ka lietotājs ir spējīgs ielādēt nokompilēto programmu ārējā atmiņā, tā, lai katru reizi ieslēdzot PALMS prototipu, tā nokonfigurētu **FPGA**. Jāatceras, ka izmantotais **FPGA** ir **ASRAM** bāzēts, tas nozīmē, ka tiklīdz barošanas spriegums ir noņemts tā viss ieprogrammētais dizains pazūd.

Komunikācija ar datoru

Lai atvieglotu iekārtas un programmatūras atklūdošanu un izstrādi, tika nodrošināta USB saskarne starp datoru un FPGA. Tas ļauj pārliecināties par starprezultātu pareizību kā arī testēs sistēmu ar dažādiem apstrādes parametriem, tādā veidā nav nepieciešams katru reizi FPGA projektu pārkompilēt (kas ir laikietilpīgi).

Atmiņas

PALMS prototipam tika izmantotas divu veidu atmiņas:

- **ASRAM** (operatīvās), kas ir nepieciešamas īslaicīgai datu glabāšanai, ierakstītie dati galvenokārt tiek izmantoti apstrādei - pārprojicēšanai un iespējai apskatīties starprezultātus, lai pārbaudītu to pareizību.
- patstāvīgās, jeb **FLASH** atmiņas - paredzētas, nepieciešamības gadījumā glabāt iekārtas uzstādījumus un/vai datubāzi

GPIO - Moduļu pieslēgvietas

Iekārta tika projektēta tā, lai tai varētu pieslēgt arī cita veida moduļus, kas paplašinātu šīs iekārtas funkcionalitāti kā arī iekārta divdimensionālā plaknē nebūtu pārāk liela, tā vietā tiek palielināts tās augstums. Pamatkonfigurācijā tiek pieslēgts attēlveidošanas modulis un divu veidu gaismas diožu moduļi - viens augšā, otrs apakšā.



Citu moduļu pievienošana ir atkarīga no PALMS prototipa pielietojuma.

Galvenās plates testēšana

Lai atvieglotu atklājot izstrādāto PALMS galveno plati, tika izveidoti vairāki FPGA testa projekti un tika veikti secīgi pēc kārtas.

1. Pirmais un svarīgākais tests vai ir iespējams ieprogrammēt FPGA;
2. gaismas diožu pārbaude - tādā veidā tiek pārbaudīts vai oscilators ir sekmīgi pielodēts un strādā ar noteiktu frekvenci;
3. USB saskames pārbaude starp datoru - PALMS prototipa galveno plati;
4. ASRAM pārbaude, tiek uzģenerēti dati no datora un tiek ierakstīti atmiņā un pēc tam nolasīti, un salīdzināti, ja sakrīt, tad atmiņa strādā pareizi. Tas tiek darīts ar abām atmiņām;
5. attēlu sensora pieslēgšana, pārbaude un fokusēšana vajadzīgajā fokusa attālumā;
6. gaismas diožu moduļu pieslēgšana, testēšana;
7. pēdējās programmatūras versijas uzstādīšana un autentificēšanās mēģinājumi.

Secinājumi

Projekta PALMs pētnieciskā darbība „Rūpniecisko pētījumu” aktivitātē tika sekmīgi pabeigta. Noritēja plaukstu datu apstrādes algoritmu izpēte un darbības novērtējums, plaukstu datu iegūšanas un apstrādes algoritmu paralelizācija, implementēšana iegultās sistēmās, kā arī plaukstu datu šifrēšanas paņēmieni, plaukstu datu nolasītāja datu drošības risinājumu, datu arhitektūras un nepieciešamā līmeņa iekļaušana sistēmā.

Plaukstu datu apstrādes algoritmu izpēte, lai apstrādātu dažādos reālos apstākļos iegūtus attēlus. Tika pētīts optimālais plaukstu attēlu uzņemšanas augstums, dažādā augstumā uzņemtu attēlu izdalītās biometrijas informācijas līdzības salīdzinājums. Ar dažādiem eksperimentiem tika noteikts augstums, kas sniedz vislabāko precizitāti.

Plaukstu datu iegūšanas un apstrādes algoritmu paralelizācija un implementēšana iegultās sistēmās. Darbs pie ieejas attēla pārprojicēšanas. Attēla ieguves modulis ieguva attēlu tieši tādu, kādu to redzēja attēlu sensors, bez jebkādam transformācijām. Taču plaukstu novietojums virs iekārtas var mainīties, tādēļ pēc plaukstu detektēšanas procedūras, ja tāda bija atrasta un bija zināmas pirkstu starpu koordinātas, attēlu transformēja, lai plaukstu pazīmes dažādos attēlos izdalītos vienmēr vienās un tajās pašās pozīcijās.

Plaukstu datu šifrēšanas paņēmieni izpēte, datu efektīvas glabāšanas paņēmieni izpēte un testēšana. Tika veikti eksperimenti un izstrādāta testēšana metodoloģija šifrētu datu drošības novērtēšanai un noturībai pret statistisko uzbrukumu. Veikta biometrijas datu sapludināšanas metožu izpēte un analīze, kā rezultātā ir atklātas sistēmas vājās vietas un izstrādāta metodoloģija, kas nodrošinātu datu sapludināšanu pazīmju līmenī. Veikta izveidoto algoritmu izvērtēšana un pamatprincipu apgūšana, tālākai integrēšanai tās potenciālajā pielietojuma infrastruktūrā.

Plaukstu datu nolasītāja datu drošības risinājumu, datu pārraides arhitektūras un nepieciešamā drošības līmeņa izpēte. Tika analizēts, uzlabots un papildināts izstrādātais biometrijas datu drošības līmeņa noteikšanas algoritms. Veikta realizētā risinājuma uzlabošana un pilnveidošana programmēšanas vidē. Tikai veikta arī plaukstu datu drošības risinājuma gaitas apkopošana un izvērtēšana.

Šajā periodā tika pabeigta arī projekta darbība „Eksperimentālās izstrādes” aktivitātē. Noritēja plaukstu datu nolasīšanas un apstrādes sistēmas prototipa mehānisko detaļu un korpusa izstrāde un montāža, kopēja prototipa testēšana un raksturojošo parametru noteikšana.

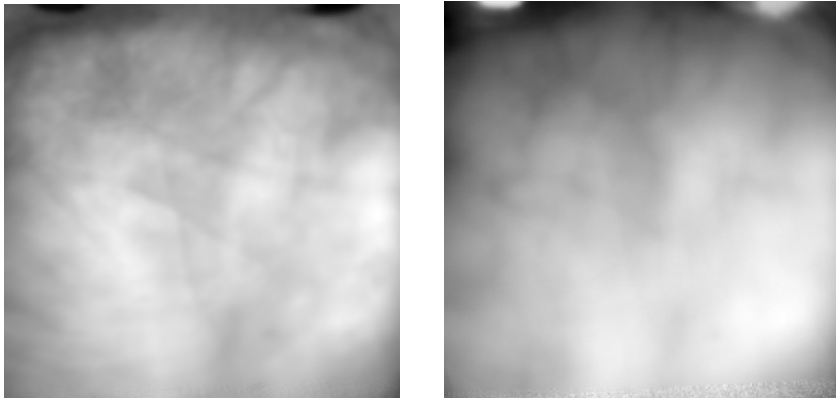
Tika izstrādātas iespiedplates PALMS prototipam. Centrālajam komponentam Altera FPGA, apkārt tika pieslēgti komponenti, kas nepieciešami sekmīgai PALMS prototipa funkcionēšanai. Lai atvieglotu atklādot izstrādāto PALMS galveno plati, tika izveidoti vairāki FPGA testa projekti un tika veikti secīgi pēc kārtas.

Publicitātes aktivitātes ietvaros tika izveidota un uzturēta projekta mājas lapa EDI mājas lapas ietvaros, informācija par projektu ievietota gan www.bite.edi.lv, gan biometrijas grupas Twiter kontā, par projekta uzsākšanu tika ievietota preses relīze nacionālā ziņu aģentūrā LETA un projekta norises vietā izvietota plāksne. Sekmīgi nodrošināta projekta vadība, regulāri notika vadības grupas sēdes. Uzraudzības padomes sēdēs veikta projekta gaitas un iespējamo risku analīze.

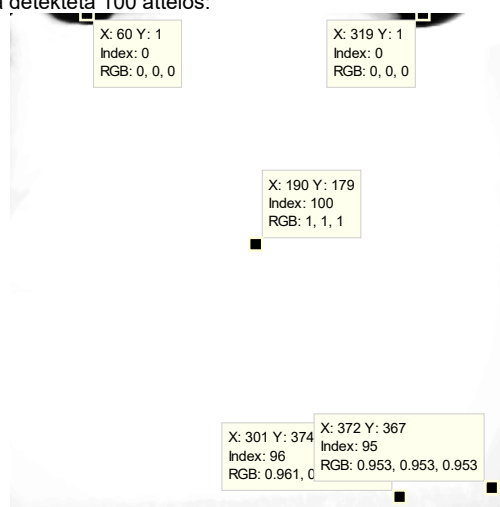
Pielikums Nr.1

Izdalītā ROI un plaukstu maskas salīdzinājums pie dažādiem augstumiem.

Dati pie 6 cm augstuma



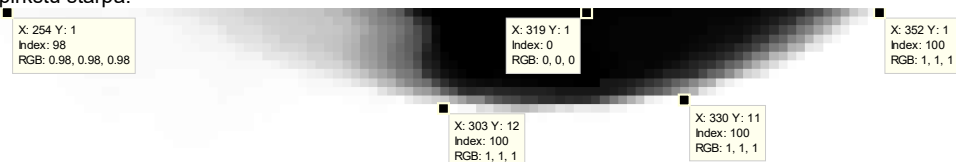
Plaukstu ROI – plauksta detektēta 100 attēlos:



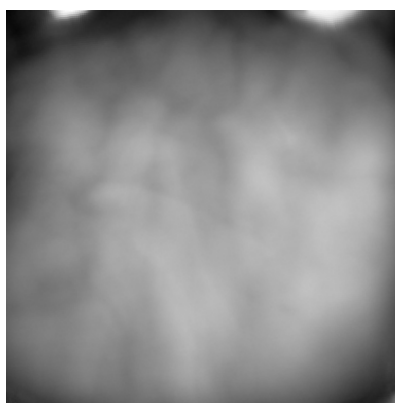
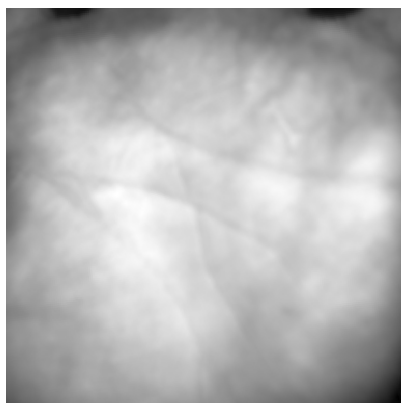
B pirkstu starpa:



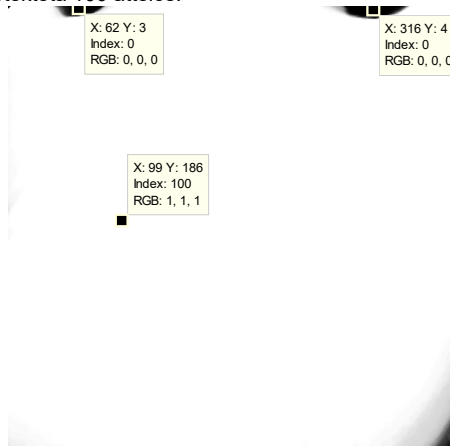
D pirkstu starpa:



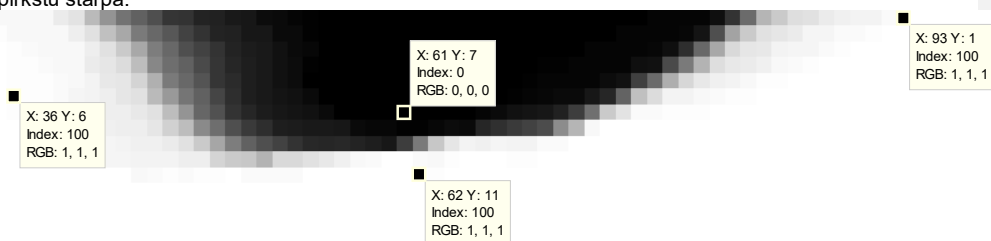
Dati pie 8 cm augstuma



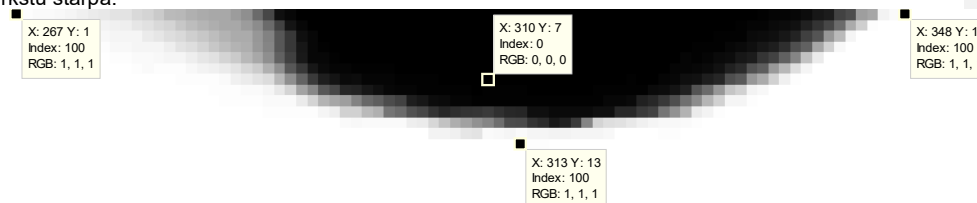
Plaukstu ROI – plaukstu detektēta 100 attēlos:



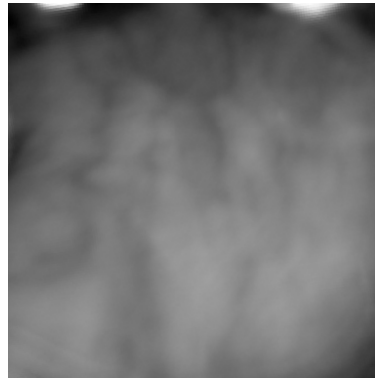
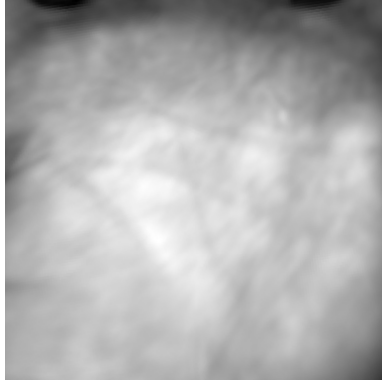
Piezīme: koordinātās (384,384) nav detektēti 0 punkti, kas pieder plaukstu.
B pirkstu starpa:



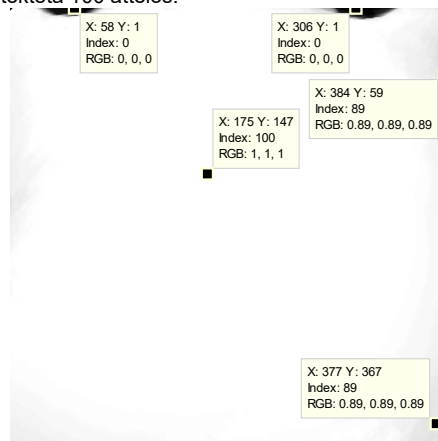
D pirkstu starpa:



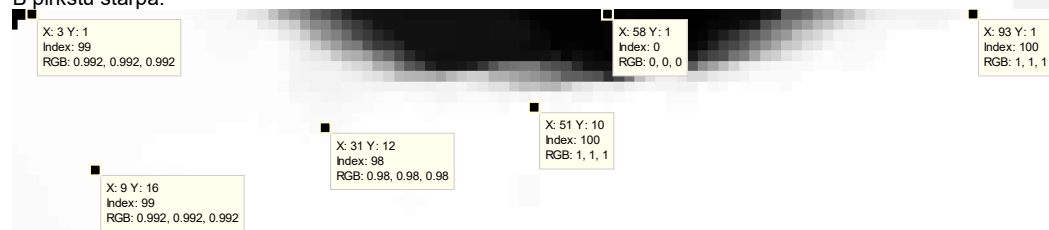
Dati pie 10 cm augstuma



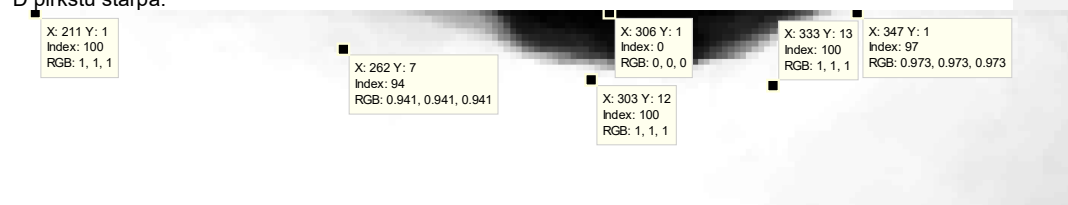
Plaukstas ROI – plauksta detektēta 100 attēlos:



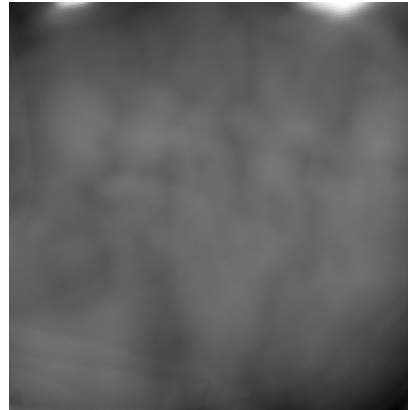
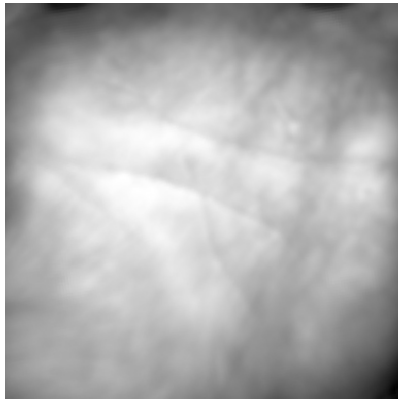
B pirkstu starpa:



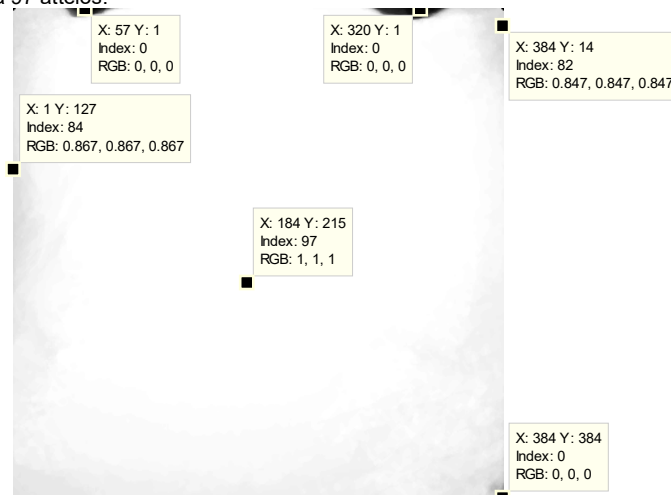
D pirkstu starpa:



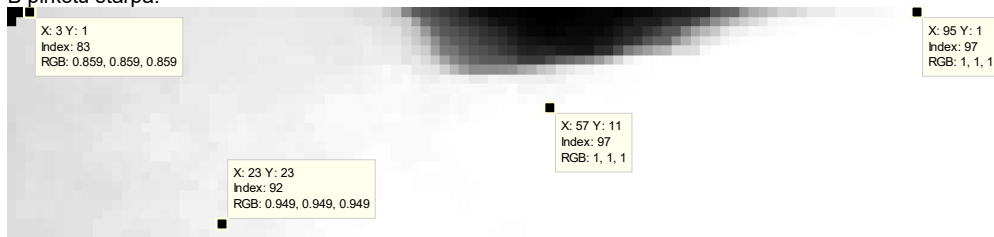
Dati pie 12 cm augstuma



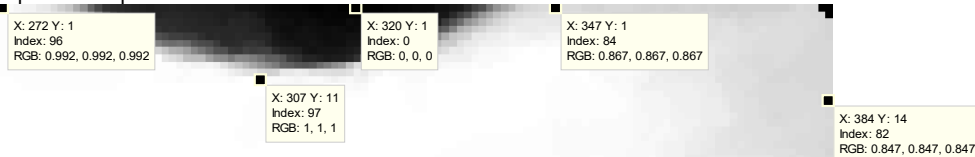
Plauksta detektēta 97 attēlos.



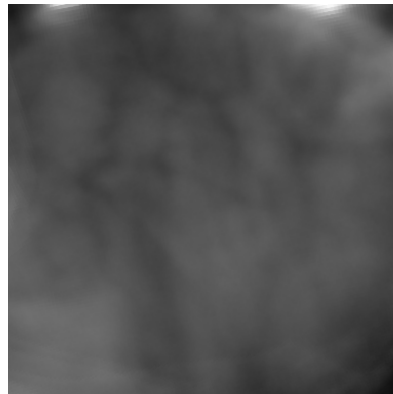
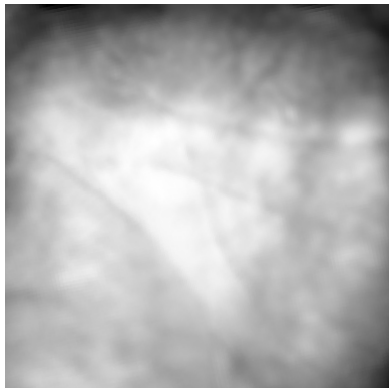
B pirkstu starpa:



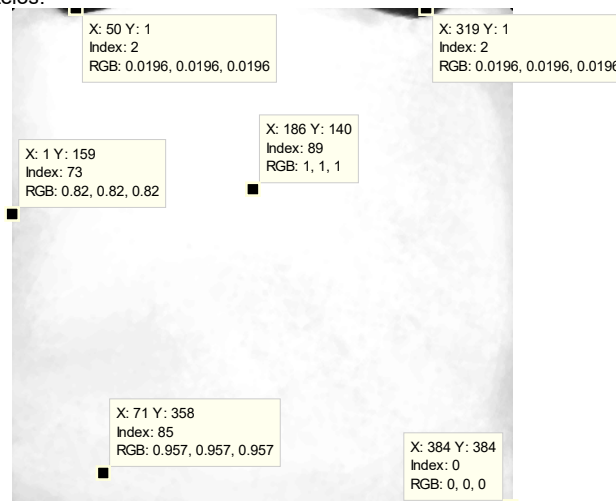
D pirkstu starpa:



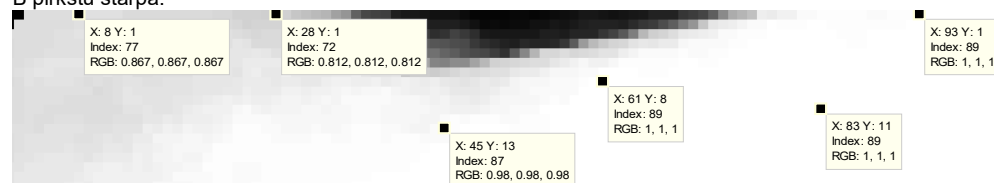
Dati pie 14 cm augstuma



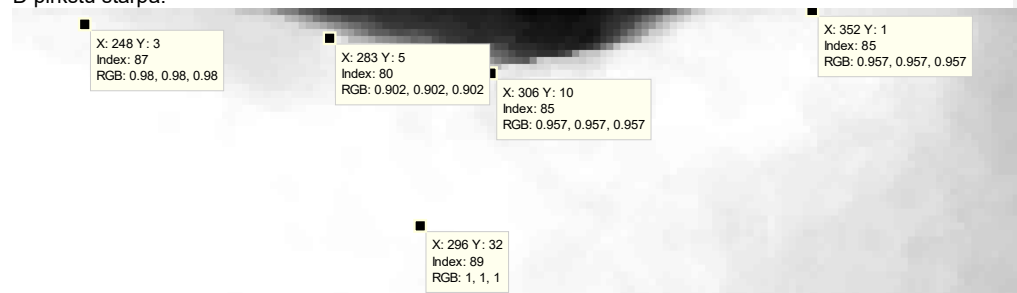
Plauksta detektēta 89 attēlos:



B pirkstu starpa:



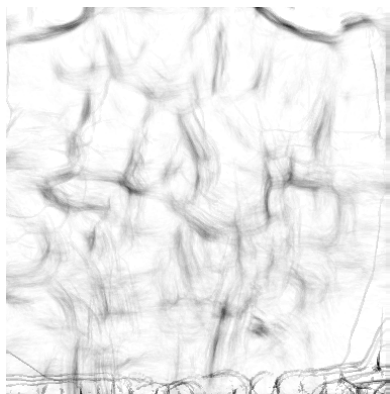
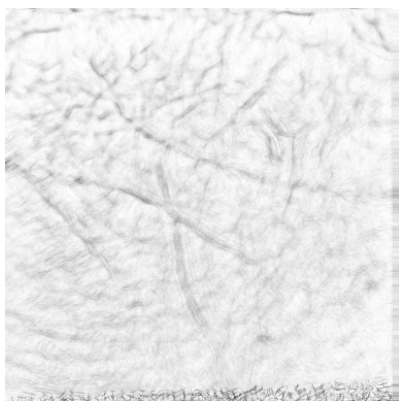
D pirkstu starpa:



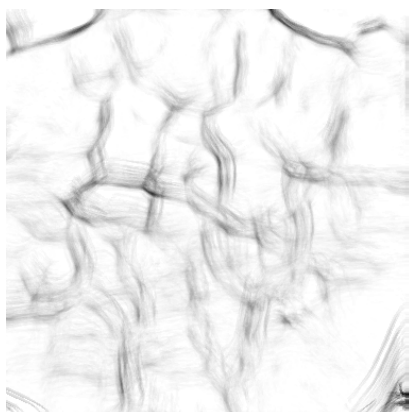
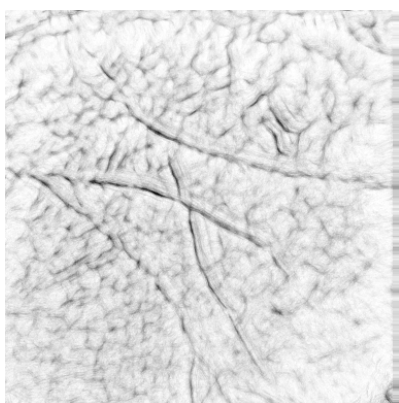
Pielikums Nr.2

Izdalīto biometrisko datu (attēlu) salīdzinājums pie dažādiem augstumiem.

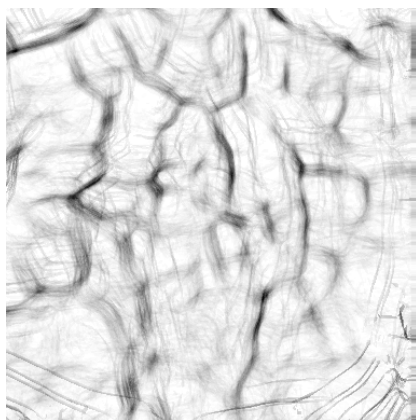
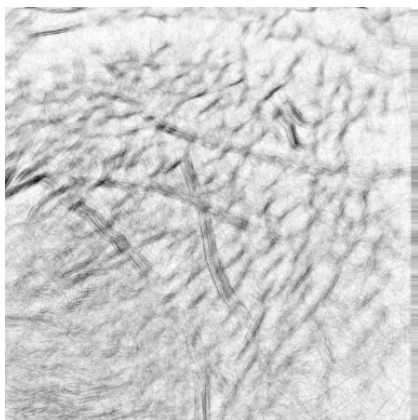
Dati pie 6 cm augstuma



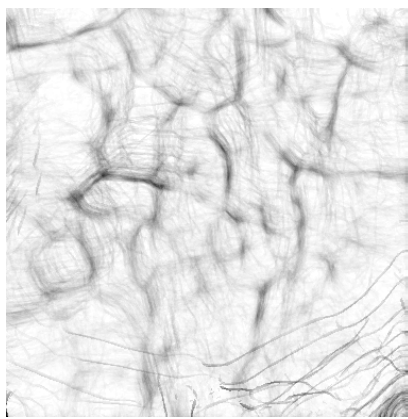
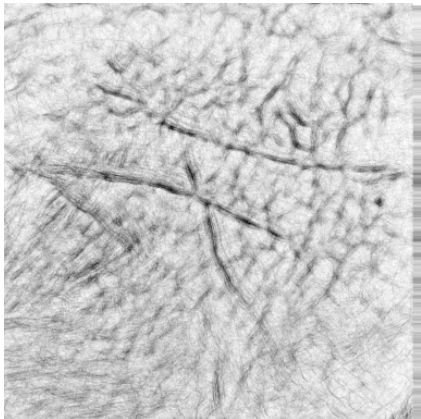
Dati pie 8 cm augstuma



Dati pie 10 cm augstuma



Dati pie 12 cm augstuma



Dati pie 14 cm augstuma

