

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: „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai personu
autentifikācijai” (BiTe)

Līguma noslēgšanas datums: 10.12.2010.g.

Projekta sākuma datums: 01.01.2011.g.

Projekta beigu datums: 31.12.2013.g.

Vienošanās Nr.2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098

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

ZINĀTNISKĀ PĒTĪJUMA PROGRESU APLIECINOŠĀ DOKUMENTĀCIJA

Pārskata numurs Nr.2. par periodu no 01.04.2011.g. līdz 30.06.2011.g.

Projekta zinātniskais vadītājs: Modris Greitāns, Dr.sc.comp., vad. pētnieks
Pētījuma projekta izpildītāju saraksts: Mihails Broitmans, Dr.sc.comp., vad. pētnieks
Rihards Fuksis, pētnieks
Mihails Pudžs, pētnieks
Rinalds Ruskuls, asistents
Oļegs Ņikišins, asistents
Zanda Seržāne, asistente
Artūrs Kadiķis, programmēšanas inženieris
Dāvis Barkāns, informātikas/elektronikas tehniķis

Satura rādītājs

Anotācija	3
Ievads	3
Rezultātu kopsavilkums.....	3
Aktivitāte: Lietišķie pētījumi	5
Sejas un plaukstu attēlu iegūšanas metožu izpēte.....	5
Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana.....	9
Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojuma apakšsistēmas izveide	10
Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrāde un izpēte	14
Secinājumi	15
Atsauces	16
Pielikumi.....	18

Anotācija

BiTe ir ERAF līdzfinansēts projekts zinātnei un pētniecībai. Projekta mērķis ir droša, ērta un plaši pielietojama personu identifikācijas risinājuma izveide. Projekts ietver sevī sekojošas aktivitātes: Lietišķos pētījumus biometrijas parametru ieguvē, apstrādes metožu implementēšanā ierobežotu resursu sistēmās, atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrādē; Eksperimentālos pētījumus tehnoloģiju demonstratora izstrādē; Rūpniecisko tiesību aizsargāšana, patenta pieteikums; Projekta publicitāte. Šajā dokumentā dots pārskats par projekta otrajā periodā (01.04.2011.-30.06.2011) veiktajiem pētniecības darbiem un šobrīd sasniegtiem rezultātiem.

Projektu atbalsta Eiropas Reģionālās attīstības fonds, līguma Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098

Ievads

Identitātes nozagšana ir viens no modernajiem noziegumiem, kas „zaglim” dod iespēju radīt personām finansiālus zaudējumus. Katru gadu identitātes nozagšana pasaulē rada aptuveni 221 miljardu dolāru zaudējumus. Lielu interesi par biometrijas izmantošanu personu identifikācijā izrāda banku sektors. Bankas atzīst, ka šādas sistēmas ieviešana dotu iespēju aizstāt (vai kombinēt) uz parakstu vai PIN kodu ievadi balstītu norēķinu karšu autorizāciju ar kartes īpašnieka biometrisku atpazīšanu. Radot ērtu, lētu un drošu personu identifikācijas risinājumu, ir plašas iespējas to ieviest ikdienas dzīvē – bankās, tirdzniecības vietās, objektu piekļuves un lietošanas kontrolē (ieskaitot autotransportu) u.c.

BiTe pētniecības grupas darbs ir saistīts ar augstāk minēto problēmu risinājumu. Šajā projekta pārskata posmā ir veikti darbi un sasniegti rezultāti sekojošos aktivitātes „Lietišķie (rūpnieciskie) pētījumi” pētījumos:

- Sejas un plaukstas attēlu iegūšanas metožu izpēte;
- Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana;
- Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojama apakšsistēmas izveide;
- Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrāde un izpēte.

Rezultātu kopsavilkums

Projekta otrajā periodā (01.04.2011.-30.06.2011.) veikto pētniecības uzdevumu un rezultātu kopsavilkums ir sekojošs:

- Sejas un plaukstas attēlu iegūšanas metožu izpēte – Pirmajā ceturksnī tika izpētīts kā izveidot augstas jutības infrasarkanās un redzamās gaismas attēlu iegūšanas sistēmu. Kā arī tika iegūtas prasmes sarežģīto sistēmu izveidē uz FPGA un izveidota 12-bitu izšķirtspējas attēlu iegūšanas sistēma. Šajā ceturksnī ir izstrādāta iespiedplate sejas atpazīšanas algoritmu testēšanai; izveidota sistēma uz FPGA bāzētas attēlu ieguves (sistēmas arhitektūru veido vairāki kontrolieri un izstrādes

platformas komunikācija). Kā arī tika strādāts pie plaukstu detektēšanas, kur pirmais uzdevums ir pareizi izdalīt plaukstu parametrus. Izveidota pagaidu sistēmas blokshēma (attēlu apstrādes bloks, pazīmju atlases bloks un klasifikators). Kā pazīmes tika izvēlēti plaukstu kontūra fragmenti, kuru aprakstīšanai lieto kontūra elementus (*edgels*).

- Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana – Iepriekšējā ceturksnī tika realizēta 1. versija 2D sejas atpazīšanas algoritmam, kas sastāvēja no vairākiem posmiem (sejas detektēšana, lokalizācija un atpazīšana). Tika uzlabota arī atsevišķu bloku precizitāte. Tika apskatīts arī sejas ādas detektēšanas algoritms un uzsākta virtuālā instrumenta izveide LabView. Šajā ceturksnī sejas atpazīšanas algoritms tika implementēts iegultā sistēmā un uzlabota funkcionālo bloku precizitāte. Virtuālajā instrumentā LabView tika izveidota sistēma, kas nosūta un saņem datus, apstrādā tos un grafiski attēlo melnbaltu bildi. Sākts iepazīties arī ar FTDI FT2232, ar ko turpmāk tiks realizēta datu iegūšana no iekārtas.
- Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojuma apakšsistēmas izveide – Pirmajā ceturksnī tika izanalizēti vairāki realizācijas algoritmi *biohash* funkcijas skaitļošanai un noteiktas to atšķirības no *hash* funkciju skaitļošanas algoritmiem. Tika arī izpētīta viedkaršu uzbūve un darbība, kā arī ir izveidots algoritms, kas ļauj veikt aprēķinus ar precizitāti, kad kļūda ir pietiekami maza un EER samazinās tikai nedaudz. Esošajā ceturksnī ir apskatītas vairākas matemātiskās metodes (līniju virziena noteikšanai, īpašību vektoru kodēšanai, funkcijas *biohash* vērtībai, interešu zonas noteikšanai); ir izveidots algoritms, kas ar biokodu un papildus informāciju iegūst vidēji tādu pašu EER kā salīdzinot nešifrētus datus; izstrādāta programmatūra, kas ar pietiekami mazu aprēķinu kļūdu salīdzina nešifrētus un šifrētus datus uz Java viedkartes; izstrādāts protokols, kas ļauj izveidot drošu sakaru kanālu starp viedkarti un autentifikācijas iekārtu.
- Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrāde un izpēte – Pirmajā projekta ceturksnī tika veidota nepieciešamo atsevišķo funkcionālo bloku elektriskās principiālās shēmas *Altium Designer* vidē un uzsākta šo bloku iespiedplašu projektēšana, komponentu izvietošana, galveno principiālo bloku trasēšana. Otrajā ceturksnī ir uzsākta iespiedplates izstrāde *Altium designer* vidē, ir izveidota principiālā viedkaršu komunikācijas maketa shēma un ir uzsākta kameras moduļa iespiedplates otrās versijas montāža (veikta attēlu sensora montāža un testēšana).

Šie pētījumi tiek veikti, lai nākamā gada otrajā ceturksnī uzsākamās „Eksperimentālās izstrādes” aktivitātes ietvaros varētu izveidot pilnvērtīgu projektā izstrādājamās tehnoloģijas demonstratoru un metodisko aprakstu.

Turpmāk dokumentā ir detalizēti aprakstītas katras uzdevumu grupas pētniecības darbības un rezultāti.

Aktivitāte: Lietiškie pētījumi

Sejas un plaukstas attēlu iegūšanas metožu izpēte

Attēlu sensora iespiedplates projektēšanai un attēlu iegūšanas sistēmai izmantojot FPGA:

Rezultāti:

- Izstrādāta iespiedplate sejas atpazīšanas algoritmu testēšanai. Iespiedplates galvenās funkcijas ir:
 - Komunikācija starp attēlu sensoru un signālu procesoru (DSP) izstrādes platformu TMS320C6416 DSK;
 - Komunikācija starp DSP un mikrokontrolieri (MCU - MSP430F169);
 - Iegūt attēlu redzamajā un infrasarkanajā gaismas diapazonā.
- Uz FPGA bāzēta attēlu ieguves sistēma. Sistēmas arhitektūru veido:
 - VGA kontrolieris ar izšķirtspēju 640x480;
 - Attēlu sensora kontrolieris;
 - Asinhronā SRAM kontrolieris;
 - Izstrādes platformas komunikācija ar datoru izmantojot FTDI FT2232.

Veidojot iespiedplati, tika iepazītas un izveidotas dažādas komunikācijas saskarnes kā JTAG, I²C, SPI. Iepazīti *Aptina* attēlu sensora darbības principi. Tika apgūta iespiedplašu projektēšanas pamati *Altium Designer* vidē.

Izveidota otrā versija attēlu ieguves sistēmai, kuras pamatā ir *Aptina* attēlu ieguves sensors, ar spektrālo jūtību gan redzamajā, gan infrasarkanajā diapazonā, kā arī tam ir 10 bitu datu izšķirtspēja.

Izstrādājot attēlu ieguves sistēmu ir iepazīti dažādi atmiņu veidi. Vienkāršākā atmiņa un, kura ir pieejama EDI attīstības rīkā DE2-115 ir asinhronais SRAM (ASRAM). Tika veikti dažādi testi sākotnēji ar katru no sistēmas moduļiem – VGA, attēlu sensora, ASRAM kontrolieri. Pirmais iegūtais attēls bija pie 80 MHz ASRAM takts frekvences, bet tas bija ar lielu zudušo datu daudzumu. Nākošo ieguvām pie 50 MHz un tajā arī bija datu kļūdas. Izveidojot .sdc failu, kurš definē laika aiztures FPGA tika novērsta nekvalitatīva attēla ieguve. Sistēma darbojas ar 50 MHz lielu ASRAM takts frekvenci. Attēli ir 8-bitu izšķirtspējas, uz katru pikseli.

Viena no specifikācijām projektējot sistēmu bija datu pārraide abos virzienos starp datoru un izstrādes platformu. Šim nolūkam tika veikti testi ar FT2232 integrālo mikroshēmu. Rezultātā sistēma tika papildināta ar 5MB/s lielu datu pārraidi starp izstrādes rīku un datoru.

Šī uzdevuma ietvaros iegūtie rezultāti daļēji tika izmantoti bakalaura darba D.Barkāns „Programmējamo loģisko masīvu pielietojums vienlaicīgai vairāku kameru attēlu ieguvei un apstrādei” izstrādē (vad. R.Ruskuls) (sīkāk skatīt Pielikumu Nr. I)

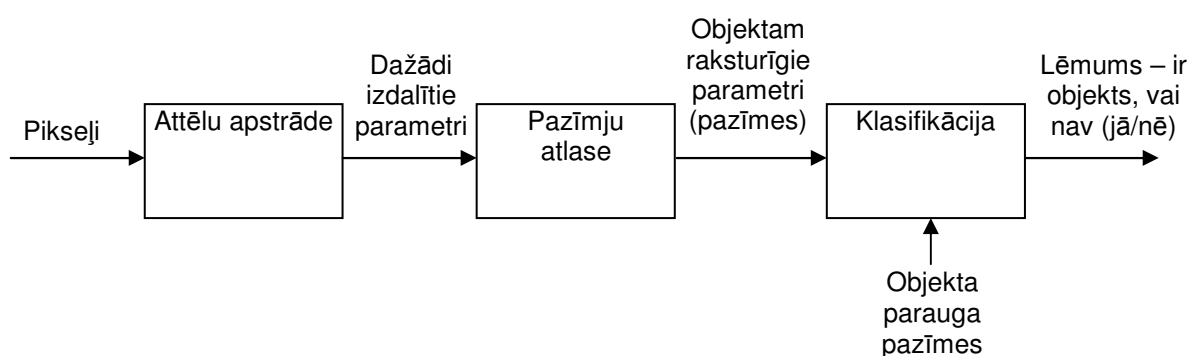
Nākamā perioda darbi:

- Sakomplektēt izstrādāto attēlu ieguves sensora plati;
- Turpināt darbu pie attēlu ieguves sistēmas pilnveidošanas FPGA;
- Implementēt vienkāršus attēlu apstrādes algoritmus FPGA (konvolūcija, Gausa filtrācija).

Plauksta detektēšana:

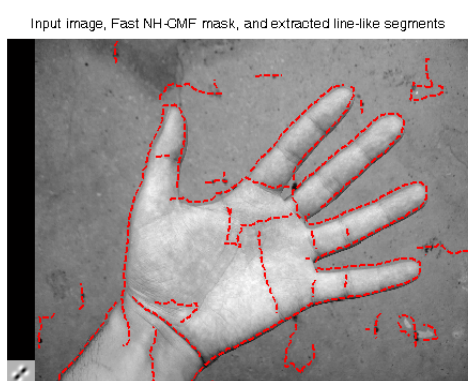
Lai iegūtu plauksta parametrus (asinsvadu un rievu tīklojuma bildes) tikai konkrētajos laika momentos, kad plauksta atrodas kameras redzeslokā un ir nocentrēta (redzama pilnībā), ir nepieciešams realizēt plauksta detektēšanas algoritmu. Bet, lai pareizi izdalītu plauksta parametrus, ir nepieciešams realizēt arī plauksta lokalizācijas algoritmu. Šajā ceturksnī tika strādāts pie pirmās problēmas risināšanas.

Tipiskā attēlu objektu detektēšanas sistēma sastāv no (skat. att. 1): 1) attēlu apstrādes bloka, kas veic attēlu filtrāciju (piemēram, NH-CMF) / segmentāciju / līniju izsekošanu utml.; 2) pazīmju atlases bloka, kas no iegūtās (pēc attēlu apstrādes) informācijas izvēlas to daļu (šo daļu sauc par objekta pazīmju kopu), kas ir visvairāk raksturīga detektējamam objektam; un 3) klasifikatora, jeb bloka, kurā tiek veikta pazīmju kopu salīdzināšana – detektējamā objekta paraugam ar attēlā esošiem objektiem.

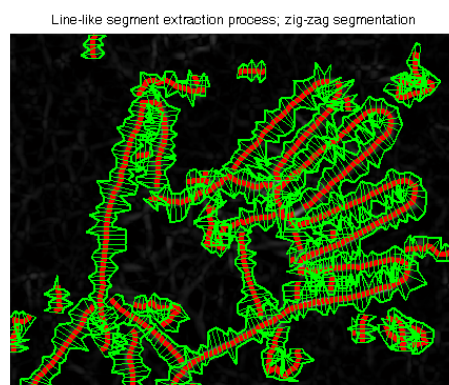


Att. 1. Tipiskā objekta detektēšanas sistēma

Kā pazīmes tika izvēlēti plauksta kontūra fragmenti. Kontūru aprakstīšanai literatūrā [1] plaši lieto kontūra elementus (angliski – **edgels**), kas būtībā ir lokalizēti vektori. Katrs izdalītais kontūra elements atrodas uz kontūra līnijas, tā garums norāda kontūra līnijas izteiktību (intensitāti), bet virziens sakrīt ar kontūra līnijas virzienu. Kontūra elementus (att. 2a) iegūst apstrādājot attēlu ar kādu līniju izdalošo filtru, piemēram, NH-CMF, un atlasot tikai tos vektorus, kas atrodas uz kontūra līnijām, piemēram, trasējot kontūra līnijas (att. 2b).



a) attēls, un tajā izdalītie kontūra elementi

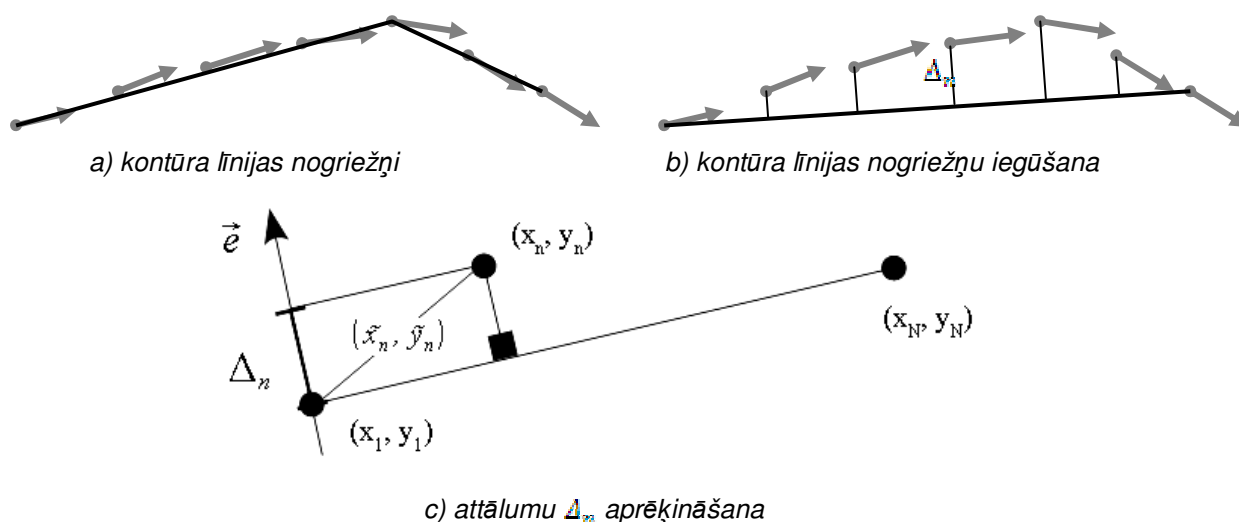


b) kontūra elementu izdalīšana, trasējot kontūra līnijas

Att. 2. Kontūra elementu iegūšanas piemērs

Problēma ir tāda, ka pietiekami precīzai plaukstas kontūra līnijas aprakstīšanai ir nepieciešams liels kontūra elementu daudzums. Tā, piemēram, att. 2. tika izdalīti aptuveni 2150 kontūra elementi. Tas, savukārt, sarežģī klasifikācijas procedūru, jo salīdzināt savā starpā ~2000 objekta kontūra elementus ar ~2000 parauga kontūra elementiem, ievērojot iespējamo objektu rotāciju un mērogošanu, ir darbietilpīgs process. Tāpēc tika izlemts objekta kontūra līniju aprakstīt vienkāršāk – ar taisņu nogriežņiem.

Līdz ar to uzdevums reducējas uz katras kontūra elementu kopas, kas apraksta vienu kontūras līnijas fragmentu, izteikšanu ar taisņu nogriežņiem, skat. att. 3a. Šim nolūkam tiek aprēķināti apskatāmās kopas kontūra elementu attālumi Δ_n līdz galvenajai taisnei, kas savieno kontūra elementus, kas atrodas līnijas galos (x_1, y_1) un (x_N, y_N) , skat. att. 3b).



Att. 3. Kontūra līnijas izteikšana ar taisņu nogriežņiem

Lai aprēķinātu katra kontūra elementa (x_n, y_n) attālumu līdz galvenajai taisnei, izpilda sekojošas darbības:

1. Konstruē vienības vektoru $\vec{e}$, kas ir perpendikulārs pret galveno taisni (skat. att. 3c):

$$\vec{e} = \frac{[(x_N - x_1) + j \cdot (y_N - y_1)] \cdot j}{\sqrt{(x_N - x_1)^2 + (y_N - y_1)^2}} = \frac{-(y_N - y_1) + j \cdot (x_N - x_1)}{\sqrt{(x_N - x_1)^2 + (y_N - y_1)^2}}$$

2. Izsaka vektoru $(\tilde{x}_n, \tilde{y}_n)$, kas reprezentē attālumu no līnijas sākumpunkta (x_1, y_1) līdz apskatāmajam kontūra elementam (skat. att. 3c):

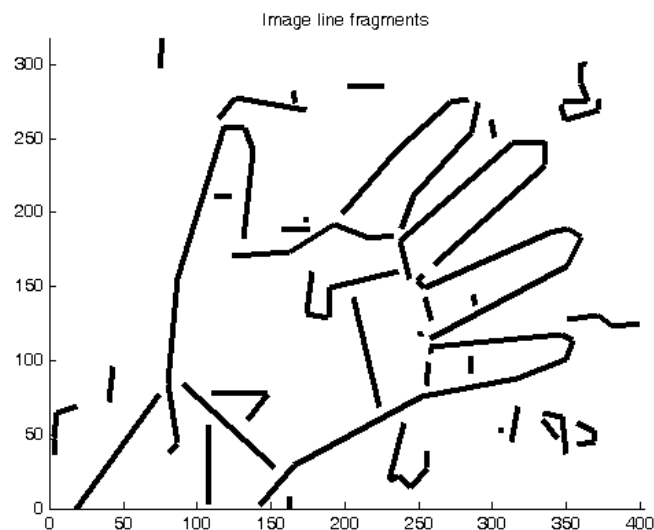
$$(\tilde{x}_n, \tilde{y}_n) = (x_n - x_1) + j \cdot (y_n - y_1)$$

3. Atrod Δ_n kā attāluma vektora $(\tilde{x}_n, \tilde{y}_n)$ projekciju uz vienības vektora $\vec{e}$ sekojoši (skat. att. 3c):

$$\Delta_n = \frac{-(y_N - y_1) \cdot (x_n - x_1) + (x_N - x_1) \cdot (y_n - y_1)}{\sqrt{(x_N - x_1)^2 + (y_N - y_1)^2}} = \frac{(x_N - x_1) \cdot (y_n - y_1) - (y_N - y_1) \cdot (x_n - x_1)}{\sqrt{(x_N - x_1)^2 + (y_N - y_1)^2}}$$

Šie attālumi Δ_n reprezentē kontūra līnijas novirzi no galvenās taisnes. Ja visi attālumi ir pietiekami mazi – vērtības $|\Delta_n|$ atrodas pieļaujamā novirzes intervālā, jeb $|\Delta_n| \leq \Delta_{n,max}$, tad visa kontūra elementu kopa tiek aizvietota ar galvenās līnijas nogriezni. Ja kādi no attālumiem $|\Delta_n|$ atrodas ārpus pieļaujamā intervāla, jeb $|\Delta_n| > \Delta_{n,max}$, tad kontūra elementu kopa tiek sadalīta divās apakškopās, kas tiks apskatītas atsevišķi un iteratīvi, pēc tāda paša algoritma. Kopas sadalījuma punkts ir kontūra elements ar vislielāko attālumu līdz galvenajai taisnei; pēc sadalījuma šis kontūra elements ietilpst abās apakškopās (skat. att. 3a, 3b).

Šis algoritms ļauj diezgan precīzi aprakstīt plaukstu kontūru tikai ar ~100 taisņu nogriežņiem, kas ir ievērojami mazāk nekā sākotnēji ~2000 kontūra elementi. Tā, piemēram, att. 4. attēlotas plaukstu aprakstīšanai izmanto tikai 89 nogriežņu līnijas.



Att. 4. Plaukstu aprakstīšana ar līniju nogriežņiem

Turpmākie darbi varētu tikt veikti sekojošos virzienos:

1. Platformas neatkarīgo algoritmu izstrāde (teorētiskajā līmenī):
 - 1.1. Paraugā un attēlā izdalītā objekta pazīmju (kontūra līnijas nogriežņu) salīdzināšanas algoritma izveide – algoritmam ir jāspēj detektēt arī plaukstu, kas atrodas zem dažādiem leņķiem un ir dažādi mērogotas;
 - 1.2. Plaukstu kontūra precizēšanas, jeb plaukstu lokalizācijas algoritma izveide – algoritmam ir jāspēj atšķirt kontūra līnijas, kas pieder plaukstu no tām, kas nepieder, kā arī jāspēj savienot kontūra fragmentus vienā kopējā plaukstu kontūrā;
 - 1.3. Interesējošā reģiona (angliski – **region of interest**, jeb **ROI**) iezīmēšana, un plaukstu pazīmju (asinsvadu un rievu tīklojuma struktūras) izdalīšana.
2. Platformas atkarīgo ātro algoritmu izstrāde (praktiskajā līmenī):

- 2.1. Kompleksās salāgotās filtrācijas (angliski – **non-halo complex matched filtering**, jeb **NH-CMF**; vai vienkārši **CMF**, ja filtram nav realizēta nevēlamo halo artefaktu novākšana) realizācijas programmējamās loģikas masīvos (angliski – **field programmable gate array**, jeb **FPGA**) – algoritmam ir jāstrādā reālajā laikā ar veikspēju 25 kadri sekundē;
- 2.2. Kontūra elementu izdalīšanas algoritma realizācija FPGA – algoritmam ir jāstrādā reālajā laikā ar veikspēju 25 kadri sekundē;
- 2.3. Kontūra līnijas nogriežņu iegūšanas algoritma realizācija FPGA;
- 2.4. Punktā 1. minēto algoritmu pielāgošana un realizācija FPGA.

Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana

Šajā ceturksnī tika izvirzīti vairāki uzdevumi:

- Sejas atpazīšanas algoritmu implementācija signālprocesorā;
- Attēlu apstrāde virtuālajā instrumentā;
- Kompleksās salāgotās filtrācijas koda ievietošana LabView;
- Sejas atpazīšanas algoritmu apskats, izvērtēšana.

Sejas atpazīšanas algoritmu implementācija signālprocesorā, funkcionālo bloku uzlabošana:

Projekta ietvaros tiek paveikta sejas atpazīšanas algoritma implementācija iegultajā sistēmā.

Sistēmas centrālais elements ir firmas *Texas Instrument* signālprocessors TMS320C6416.

Sejas atpazīšanas algoritms sastāv no vairākiem funkcionāliem blokiem:

- 1) sejas detektēšanas bloks;
- 2) sejas lokalizācijas bloks;
- 3) sejas atpazīšana

Algoritma parametri un precizitāte aprakstīta pielikumā Nr. II.

Attēla apstrāde virtuālajā instrumentā:

Šī uzdevuma realizēšanai tika veikti vairāki apakšuzdevumi:

- 1) Datu saņemšana. Nosūtot noteiktu komandu, atpakaļ tika atgriezta informācija par attēlu. Sākotnējā problēma bija, ka visi saņemtie dati netiek saglabāti. Grafiski attēlota tika tikai pēdējā saņemtā informācija. Lai to izmainītu, tika izveidota sistēma, kas datus saskaita, tā iegūstot pilnu informāciju par attēlu.
- 2) Dati tika saņemti paketēs pa 8 bitiem. Starp šīm paketēm bija atstarpes, kas traucēja veiksmīgu bitu pārdali, lai vienu pikseli veidotu 12 biti. Izmantojot *string* blokus, no atstarpēm atbrīvojos.
- 3) Tomēr lietojot *string* blokus, informācijas apstrāde notika ļoti lēni. Lai uzlabotu sistēmas ātrdarbību, *string* bloki tika aizvietoti ar *array* blokiem.
- 4) Sākotnēji uzdevuma atvieglošanai, grafiskais attēls tika attēlots, kad pikselis sastāv no 8 bitiem.
- 5) Bet joprojām attēls saturēja pārāk daudz liekās informācijas, tā izmēri neatbilda noteiktajām (640x480) un iegūtais attēls nebija melnbalts. Šīs problēmas tika risinātas

pakāpeniski. Lietojot *array* blokus, liekos pikselus var izdzēst vienkāršāk, tādā veidā arī tika iegūts vēlamais attēls. Lielākas problēmas sagādāja mainīt krāsu skalu, bet vajadzīgais rezultāts tika sasniegts.

- 6) Nākošais uzdevums bija uzlabot attēla kvalitāti, tika strādāts izmantojot gan informāciju par bildi, kas saglabāta „.txt” failā, gan datus, kas pienāk no ārēji pieslēgtās iekārtas, nosūtot noteiktu komandu.
- 7) Pēdējais uzdevums bija kompakti sakārtot izveidoto 1. versijas sistēmu LabView, lai tā būtu pārskatāmāka un labāk saprotama.

Sistēmas blokshēma redzama pielikumā Nr. III

Kompleksās salāgotās filtrācijas koda ievietošana LabView:

Pagaidām uzdevums ir sākuma stadijā. Kā pirmie uzdevumi bija iepazīt FT2232, kam ir asinhronā datu pārraide. Tika apskatīti arī piemēri kā realizēt to LabView.

Sejas atpazīšanas algoritmu apskats, izvērtēšana:

Nepārtraukti tiek sekots līdzi arī jaunākajiem sasniegumiem pasaulē, kas attiecas uz sejas atpazīšanas algoritmiem un sistēmām. Tiek apskatītas metodes un rezultāti, kā arī izvērtēts vai attiecīgais algoritms būtu pietiekami efektīvs un ar augstu precizitāti mūsu sistēmai. Par jaunāko informāciju sejas atpazīšanā iepazīstos mājas lapā <http://www.face-rec.org/>. Šajā mājaslapā ir arī iespēja dabūt plašākas datubāzes algoritmu salīdzināšanai.

Nākamā perioda darbi:

- Sejas lokalizācijas bloka uzlabošana, papildināšana (šobrīd kļūda ir 14%);
- Izmantojot FTDI FT2232 iegūt attēlu LabView;
- Virtuālā instrumenta pilnveidošana, uzlabošana, papildināšana;
- Turpināt apskatīt dažādus sejas atpazīšanas algoritmus.

Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojama apakšsistēmas izveide

Šajā ceturksnī tika veikta līniju (vēnu, grumbu, kroku) virziena noteikšanas matemātisko metožu analīze, kas izmantojama biometrisku īpašību vektora konstruēšanai. Visbiežāk tiek izmantota attēla un masku komplekta diskretā konvolūcijas (convolution) funkcija.

$$(f * g)[n] \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[m] g[n - m] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[n - m] g[m].$$

Tā tiek izmantota kā noteikta izmēra simetriska maska [2], kuru pagriežot ap savu centru, iegūst 8 dažādas maskas. Vairums darbos, piemēram, [3], [4], [5] šiem mērķiem izmanto Gabora filtru ar 4 vai 6 maskām, kuras iegūst šādā pat veidā (griežot attiecībā pret centru). Tiek uzskatīts, ka Gabora filtru frekvences un orientācijas priekšstats līdzinās cilvēka priekšstata vizuālai sistēmai, tāpēc šie filtri bieži tiek izmantoti objektu robežu, līniju virziena noteikšanai un īpašību vektora iegūšanai.

Plaukstas attēla konvolūcijas rezultātā ar Gabora filtru var saformēt īpašību vektoru, kam pievienoti arī ģeometriskie izmēri. Iegūtais īpašību vektors var izrādīties pietiekoši liela izmēra, kas apgrūtina turpmāku manipulāciju izpildi. Lai samazinātu īpašību vektora

dimensijas, tiek lietota *Johnson – Lindenstrauss* lemma, saskaņā ar kuru, neliels punktu kopums daudzdimensiju telpā var tikt ievietots telpā ar ievērojami mazāku dimensiju skaitu, tādā veidā, lai attālumi starp šiem punktiem būtu aptuveni saglabāti. Tas ir, ja dots $0 < \varepsilon < 1$, un kopa X no m punktiem $\mathbf{R}^N$, un skaits $n > n_0 = O(\ln(m) / \varepsilon^2)$, tad eksistē *Lipschitz* funkcija $f: \mathbf{R}^N \rightarrow \mathbf{R}^n$ tāda, lai

$$(1 - \varepsilon) \|u - v\|^2 \leq \|f(u) - f(v)\|^2 \leq (1 + \varepsilon) \|u - v\|^2$$

visiem u, v no X .

Lai kodētu īpašību vektoru un iegūtu funkcijas *biohash* vērtību, tiek veikta sekojoša procedūra: vispirms tajā pašā vektoru telpā $\mathbf{R}^N$ tiek ģenerēta kopa no m ortonormāliem pseidogadījuma vektoriem, kas veido matricu. Pēc tam tiek noteikti m skalārie īpašību vektora reizinājumi ar katru no ortonormāliem pseidogadījuma vektoriem.

Rezultātā iegūtais m -dimensiju vektors tiek binarizēts, izmantojot kādu empīriski nosakāmu sliekšni.

Plaukstu attēla izmantošanas iespēju personas identifikācijai pētījumus iespējams sadalīt sekojošos etapos:

- 1) plaukstu attēla iegūšana;
- 2) interešu zonas un citu ģeometrisku izmēru noteikšana;
- 3) īpašību vektora noteikšana;
- 4) šifrēšana un *biohash* vērtības iegūšana un salīdzinošas metodes izstrāde;
- 5) testēšana un rezultātu analīze.

Galvenā problēma kvalitatīvu plaukstu attēlu iegūšanā (verifikācijas nevis reģistrācijas etapā) ir identiska apgaismojuma un identiska plaukstu stāvokļa nodrošināšana telpā.

Nosakot interešu zonu, algoritmi jāizmanto robežu un plaukstu ģeometrisku izmēru noteikšanai. Izmantojot atslēgas punktus var konstruēt koordinātu asis, noteikt interešu zonu un nodrošināt plaukstu stāvokļa precīzu novietojumu telpā, pagriežot attēlu atbilstoši konstruētajām koordinātu asīm.

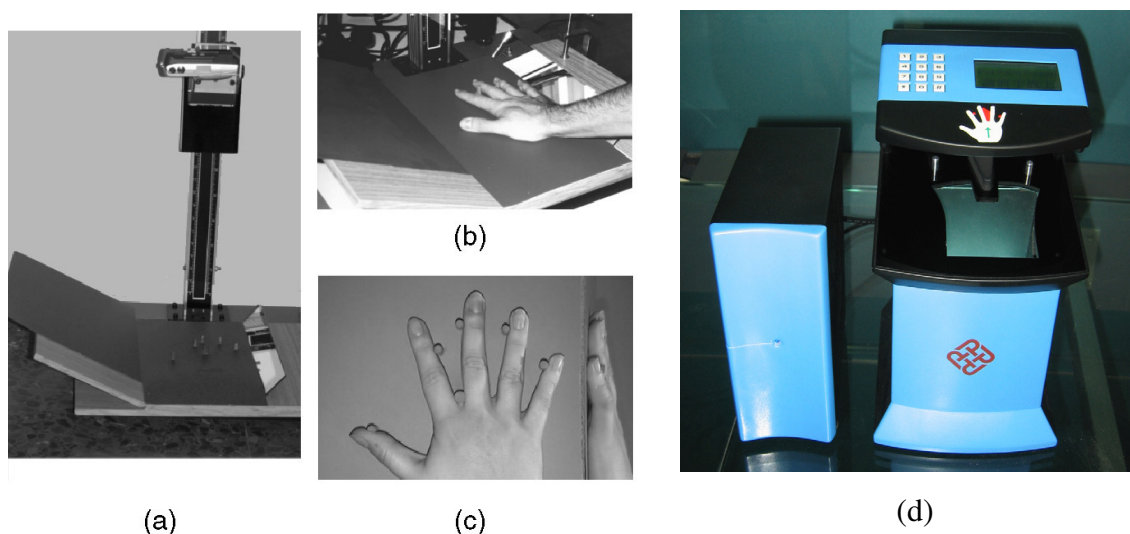
Visbūtiskākie, apjomīgākie un sarežģītākie pētījumi saistīti ar to īpašību vektora elementu noteikšanu, kas jāiegūst no interešu zonas. Pastāv vismaz trīs vērtību klases, kas pašlaik izmantojamas šim mērķim. Tas ir galveno līniju stāvoklis un izmēri; plaukstu kods, kura iegūšana bāzēta uz kādiem interešu zonas pārveidojumiem; plaukstu tekstūra, kuras iegūšanai var izmantot grumbu tekstūru un līnijas vai vēnu tekstūru. Īpašību vektora formēšanai var arī izmantot jebkādas iepriekšminēto klašu kombinācijas. Iespējams izmantot arī no reģistrācijas procesa laikā veiktajiem attēliem iegūto parametru deviāciju.

Īpašību vektora šifrēšana – pietiekoši tipisks uzdevums. Ievērojami sarežģītāks un pagaidām vēl neatrisināts uzdevums ir *biohash* vektora vērtības noteikšana, kas viennozīmīgi vai vismaz ar lielu varbūtību ļautu identificēt personu. Šī pētījuma būtisks moments ir īpašību un *biohash* vektoru salīdzināšanas metodes izstrāde.

Testēšana un rezultātu analīze arī ir būtisks etaps. Šeit galvenās problēmas saistītas ar: ticamu datu iegūšanu uz pietiekoši lielas izlases bāzes; varbūtību (FAR, EER, ERR) noteikšanu; nepieciešamo datu iegūšanas laika novērtēšanu.

Plaukstu īpašību vektors, kurš tiek izmantots personas identificēšanai, var ietvert: 1) noteiktus ģeometriskos izmērus, 2) galveno līniju (*principal lines*) izmērus un izvietojumu, 3) tekstūras (krokas vai vēnas) un 4) citas, tai skaitā kombinētās, īpašības. Šo parametru noteikšanai vispirms nepieciešams nodrošināt vienādu plaukstu orientāciju telpā un identisku nospiedumu. Tam tiek izmantoti speciāli ierobežotāji:

Plaukstu attēlu iegūšanā tiek izmantoti speciāli skeneri, fotokameras vai CCD matricas.

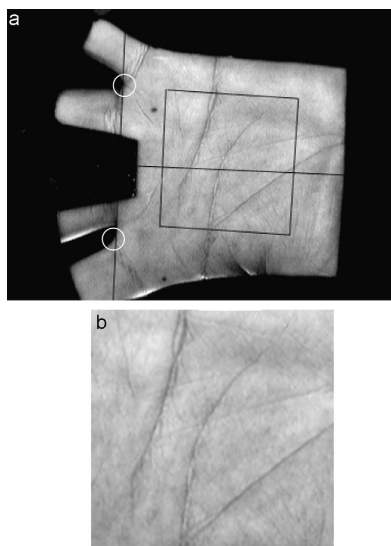


Att. 5. (a) – platforma un kamera, (b) – plaukstu uzlikšana, (c) – fotogrāfija, (d) – uz CCD bāzēts plaukstu skeneris

Iepriekšminēto iekārtu (Att. 5) kopējais trūkums ir attēla iegūšanas metodes «nehigiēniskums». Interessants risinājums būtu bezkontakta iekārtas izstrāde. Uz platformas varētu būt attēlota plauksta vajadzīgajā stāvoklī un atbilstošu pirkstu stāvokļi. Cilvēks tuvina plaukstu platformai, nepieskaroties tai, un ekrānā redz savas plaukstu projekciju attiecībā pret attēlu uz platformas. Pagriežot plaukstu vajadzīgajā virzienā un mainot pirkstu attālumu, var sasniegt maksimālu projekcijas un attēla sakrītību. Izpildot attēla skenēšanu atbilstošā momentā iegūsim attēlu ar pietiekami precīzu plaukstu orientāciju telpā. Šādas bezkontakta metodes nepilnība ir plaukstu fiksācijas trūkums, kā rezultātā attēls var būt izplūdis.

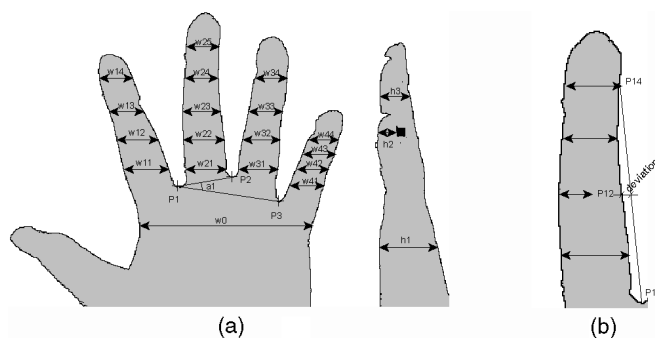
Lai iegūtu īpašību vektoru nepieciešams noteikt interešu zonu (ROI - *Region of Interest*), pēc tās izdalīšanas – noteikt īpašību vektora parametrus.

Iegūtajā attēlā vispirms tiek noteiktas plaukstu kontūras, attālums starp bāzes punktiem un precīzs stāvoklis koordinātu sistēmā, tad tiek noteikta «interešu zona» (sk. Att. 6).

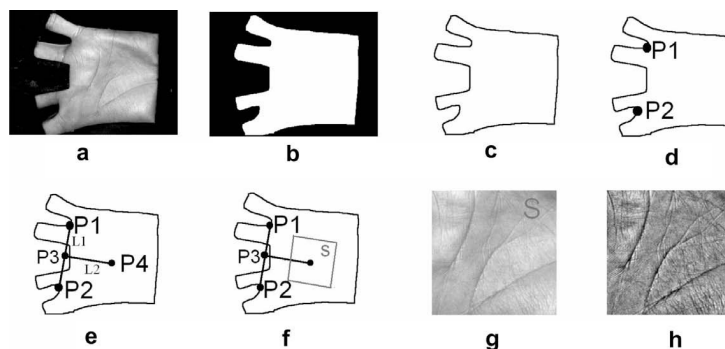


Att. 6. (a) – bāzes punkti, (b) – interešu zona

Viens no pētījumu virzieniem – optimāla interešu zonas izmēra izvēle. Ir iespējams noteikt arī rindu ģeometrisku raksturlielumu (Att. 7).



Att. 7. (a) – nomērāmās vērtības, (b) – noviržu mērījumi



Att. 8. Interesu zonas S noteikšana

Nākošais solis pēc interešu zonas izdalīšanas (Att. 8) – individuālu īpašību iegūšana, kuras turpmāk iespējams izmantot personas identifikācijai.

Vēl papildus šajā ceturksnī veikts vairāku šifrēšanas metožu apskats, ar kuriem tiek veikta biometrijas datu šifrēšana: *fuzzy vault*, *fuzzy extractor* un *biohash*. Sīkāk tika apskatīts *biohash* algoritms, rezultātā ir izveidota programma, kas veic biometrijas datu šifrēšanu. Izveidotie algoritmi pārbaudīti veicot simulācijas.

Ir izpētītas arī vairākas pieejas kā izveidot cilvēku aprakstošo datu vektoru, kas tiek izmantots *biohash* algoritmā. Vislabākos rezultātus sniedza informācija par intensīvākiem asinsvadu punktiem. Pārbaudītas dažādas pieejas kā izveidot marķierus, ar kuru palīdzību varētu izveidot citu gadījumskaitļu matricu. Apskatīti dažādi paņēmieni kā izveidot algoritmus, lai vienam un tam pašam cilvēkam no iegūtajiem biometrijas datiem tiktu izveidots viens marķieris, bet no cita cilvēka datiem tiktu izveidots cits. Izpētītas arī citas optimizācijas kā uzlabot algoritma darbību, piemēram, sliekšņu izvēle. Rezultāti uzlabojās, ja sliekšņu vērtības aprēķināja izmantojot mediānu no sliekšņojamās kopas vērtībām, tādā veidā iegūtā entropija ir optimāla.

Izveidota optimizācija, kas ļauj pievienot papildus informāciju par biokodā esošo bitu stabilitāti. Izmantojot šo informāciju tiek pievērsta uzmanība tieši stabilajiem bitiem un tādējādi samazināta biokodu paraugu salīdzināšanas kļūda.

Rezultāti:

- ir izveidots algoritms, kas ar biokodu un papildus informāciju par to, vidēji spēj iegūt tādu pašu EER kā salīdzinot nešifrētus datus, kam nav pievienota papildus informācija;
- ir izstrādāta programmatūra, kas ar pietiekami mazu aprēķinu kļūdu salīdzina gan nešifrētus, gan šifrētus datus uz Java viedkartes;
- ir izstrādāts protokols, kas ļauj izveidot drošu sakaru kanālu starp viedkarti un autentifikācijas iekārtu. Protokolam ir nepieciešams izmantot gan simetriskos, gan asimetriskos šifrēšanas algoritmus.

Šī uzdevuma ietveros iegūtie rezultāti daļēji tika izmantoti bakalaura darba A.Kadiķis „Biometrijas datu šifrēšana un to pielietojums viedkaršu personalizācijas sistēmās” izstrādē (Vad. R.Fuksis) (skatīt pielikumā Nr. IV)

Nākamā perioda darbi:

- plaukstas asinsvadu un rievu nospiedumu salīdzināšana šifrētā veidā, izmantojot *Biohash* algoritmu;
- nešifrētu datu salīdzināšana, izmantojot *Biohash* algoritma metodes.

Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrāde un izpēte

Sakarā ar to, ka projektā ir paredzēts izveidot biometrijas sistēmu, kas darbotos vienoti ar viedkaršu personalizācijas sistēmu, ir nepieciešams izveidot eksperimentālu viedkaršu komunikācijas maketu, kuru būtu iespējams savienot ar paralēlo programmējamo loģisko masīvu izstrādes rīku. Šim nolūkam tika uzsākta iespiedplates izstrāde *Altium designer* vidē. Viedkaršu nolasīšanas sistēmai nepieciešams atbalstīt ISO7816 komunikāciju standartu, tādēļ tika izvēlēta NCN6001 mikroshēma no *ON Semiconductor*, kas atbalsta šo standartu. Tika izveidota principiālā viedkaršu komunikācijas maketa shēma, kas ir pievienota pielikumā Nr. V. Pēc shēmas izveides tika veikta iespiedplates trasēšana un atklūdošana.

Izstrādājot programmatūru priekš Java viedkartēm, radās vairāki jautājumi, kā var nodrošināt drošu sakaru kanālu ar karti, kā var nodrošināt savstarpēju komunikāciju ar simulatoru u.c.

Tādēļ tika organizēts tehniskais seminārs uzņēmumā *X-info Tech* par viedkaršu programmēšanas un simulēšanas niansēm, izmantojot *JCOP tools* un *eclipse* izstrādes vidi. Pēc semināra tika gūtas vairākas atziņas, kas nodrošināja veiksmīgāku turpmākā darba izpildi.

Pēc kameras moduļa izstrādes radās problēmas ar BGA (*Ball Grid Array*) komponenta montāžu uz iespiedplates, tādēļ tika organizēta tehniska konsultācija uzņēmumā *Volburg*, par iespiedplašu tehnoloģiskajām niansēm, izmantojot BGA korpusa elektroniskās komponentes. Rezultātā tika secināts, ka lodēšanas vietām tuvāk esošos pārejas caurumus nepieciešams maskēt ar rezistīvo materiālu, lai lodēšanas procesā no lodēšanas vietām alva nenoplūstu uz pārejas caurumiem. Ņemot vērā uzņēmuma *Volburg* tehnisko speciālistu ieteikumus, tika veikti daži labojumi iespiedplates projektā un rezultātā pasūtīta jauna iespiedplate ar ievestajām korekcijām.

Saņemta kameras moduļa iespiedplates otrā versija un uzsākta tās montāža. Veikta attēlu sensora montāža un testēšana, kā arī USB-FIFO daļas montāža un testēšana. Iespiedplate pieslēgta pie FPGA izstrādes rīka un veikta tās programmēšana lai pārlicinātos, ka attēls tiek iegūts un to iespējams nosūtīt uz datoru.

Projekta rezultātu starptautiskās atpazīstamības veicināšanai uzsākta sadarbība ar Francijas pētniecības grupu Lionā, kas nodarbojas ar attēlu apstrādi un sejas atpazīšanu.

Nākamā perioda darbi:

- Pabeigt kameras moduļa iespiedplates montāžu un turpināt testēšanu.
- Veikt FPGA programnodrošinājuma izstrādi, kas apstrādā iegūto attēlu.
- Veikt attēlu sensora konfigurēšanu, reģistru pārprogrammēšanu un pielāgošanu darbam divos spektrālos diapazonos.
- Veidot jaunu biometrijas attēlu datubāzi ar jaunizveidoto kameras moduļa palīdzību.
- Apkopot pēdējos rezultātus un iesniegt zinātnisko rakstu starptautiskai konferencei.

Secinājumi

Projekta „BiTe” pētnieciskā darbība „Lietišķo pētījumu” aktivitātē sekmīgi turpinās arī otrajā ceturksnī. Noris izstrādājamās tehnoloģijas atsevišķu moduļu algoritmu un elektrisko principiālo shēmu izpēte un izveide.

Attēlu sensora iespiedplates projektēšanai un attēlu iegūšanas sistēmai izmantojot FPGA tiks sakomplektēta izstrādātā attēlu ieguves sensora plate, kā arī tiks pilnveidota attēlu ieguves sistēma FPGA, kurā sākumā paredzēts implementēt vienkāršus apstrādes algoritmus (konvolūcija, gausa filtrācija).

Plaukstu detektēšanai turpmāk nepieciešams veikt darbus sekojošos virzienos: platformas neatkarīgo algoritmu izstrāde (teorētiskā līmenī) un platformas atkarīgo ātro algoritmu izstrāde (praktiskā līmenī). Neatkarīgo algoritmu izstrādē nepieciešams izveidot parauga un attēlā izdalītā objekta pazīmju salīdzināšanas algoritmu, plaukstu lokalizācijas algoritmu, un nepieciešams izdalīt arī plaukstu pazīmes. Atkarīgo ātro algoritmu izstrādē jāizveido

kompleksā salāgotā filtrācija FPGA, kontūra elementu izdalīšanas algoritms FPGA un kontūra līnijas nogriežņu algoritms FPGA.

Sejas atpazīšanai nepieciešams pilnveidot implementēto algoritmu signālprocesorā, kā arī uzlabot atsevišķu bloku precizitāti (īpašu uzmanību veltot sejas lokalizācijas blokam). Virtuālais instruments LabView tiks papildināts un pilnveidots, izmantojot FTDI FT2232, tiks iegūts attēls un mainītas sistēmas iepriekšējās funkcijas, jo šī čipa darbība atšķiras no iepriekšējā. Iepriekš dati tika nosūtīti un saņemti caur USB, bet tagad tas notiks caur SPI. Tiks sekots līdzi arī jaunākajām publikācijām un sejas atpazīšanas algoritmiem ar mērķi uzlabot sejas sistēmas precizitāti pie dažādiem apgaismojumiem, jo šobrīd apgaismojums ļoti ietekmē atpazīšanas rezultātus.

Izanalizējot biometriskas informācijas kriptēšanas un salīdzināšanas metodes, un saprotot kā iespējams izdalīt interesējošo zonu, tālāk nepieciešams iegūt individuālas īpašības, kuras nepieciešamas personas identifikācijā. Nepieciešams salīdzināt arī plaukstu biometriskos datus (asinsvadus un rievu nospiedumus) gan šifrētā, gan nešifrētā veidā, izmantojot *Biohash* algoritma metodes.

Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrādei un izpētei nepieciešams pabeigt kameras moduļa iespaidplates montāžu. Attēlu apstrādāšanai jāveic FPGA programmnodrošinājuma izstrāde. Attēlu sensoram nepieciešama konfigurēšana, reģistru pārprogrammēšanu un pielāgošanu darbam divos spektrālos diapazonos un nepieciešams veidot jaunu biometrijas attēlu datubāzi ar jaunizveidoto kameras moduļa palīdzību.

Projekta pētnieciskie rezultāti tiek apspriesti izpildītāju iknedēļas sanāksmēs. Šīs sanāksmes tiek veidotas, lai projekta izpildītāji kopīgi izdiskutētu par pētījumiem un problēmām, kas jārisina, lai apakšaktivitātes veiksmīgi attīstītos. Otrajā progresā pārskata periodā notika sanāksmes, kurās projekta izpildītāji sniedza dažādas prezentācijas: „Sejas atpazīšanas algoritma implementāciju signālprocesā”, „Biometrijas datu šifrēšana un to pielietojums viedkaršu personalizācijas sistēmās”, „Programmējamo loģisko masīvu pielietojums vienlaicīgai vairāku kameru attēlu ieguvei un apstrādei”.

Atsevišķi projekta dalībnieki iesaistījās tehniskā seminārā uzņēmumā *X-info Tech* par viedkaršu programmēšanas un simulēšanas niansēm, izmantojot *JCOP tools* un *eclipse* izstrādes vidi. Tika izmantota arī tehniska konsultācija uzņēmumā *Volburg*, par iespaidplašu tehnoloģiskajām niansēm, izmantojot BGA korpusa elektroniskās komponentes.

Ir noteikti nākamā perioda pētniecisko darbu uzdevumi un sasniedzamie rezultāti. Par projekta pētnieciskiem sasniegumiem tiek plānots informēt arī piedaloties ar referātiem un publikācijās konferencēs un semināros.

Atsauces

1. J. Shotton, A. Blake, R. Cipolla; Multi-Scale Categorical Object Recognition Using Contour Fragments; IEEE Trans. on PAMI, 30(7):1270-1281, July 2008.

2. M.Greitans, M.Pudzis, R.Fuksis. Object Analysis in Images Using Complex 2d Matched Filters, Proceedings of the IEEE Region 8 Conference EUROCON 2009. Saint–Petersburg, Russia, May, 2009., pp. 1392-1397
3. Feng Yuea, Wangmeng Zuoa, David Zhanga, KuanquanWanga. Orientation selection using modified FCM for competitive code-based palmpoint recognition,-“Pattern Recognition”, 42(2009) 2841-2849.
4. David Zhang, Wai-Kin Kong, Jane You and Michael Wong. Online Palmprint Identification,- “IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE”, VOL. 25, NO. 9, SEPTEMBER 2003.
5. Ajay Kumara, David Zhangb. Personal authentication using multiple palmprint representation,- “Pattern Recognition”, 38 (2005) 1695 – 1704

Programmējamo loģisko masīvu pielietojums vienlaicīgai vairāku kameru attēlu ieguvei un apstrādei

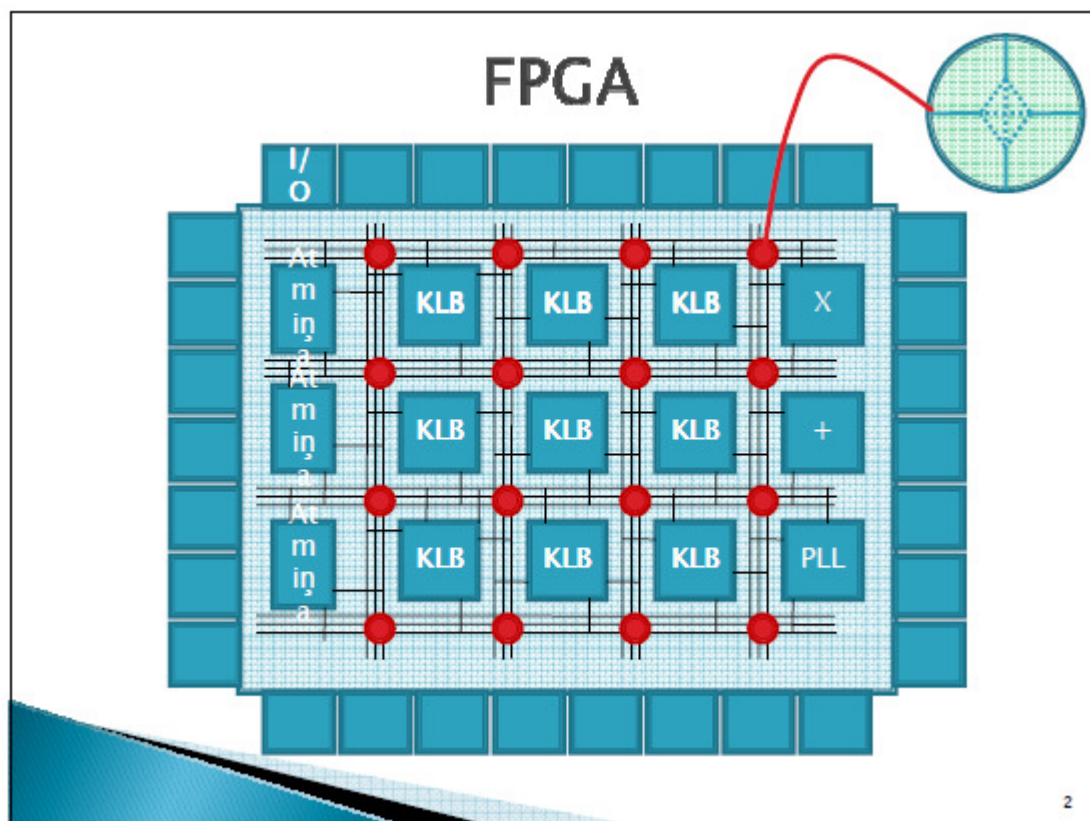
FPGA Based Multi Channel Image Sensor Data Simultaneous Acquisition and Processing

Darbs izstrādāts Elektronikas un datorzinātņu institūtā
projekta "BiTe" ietvaros

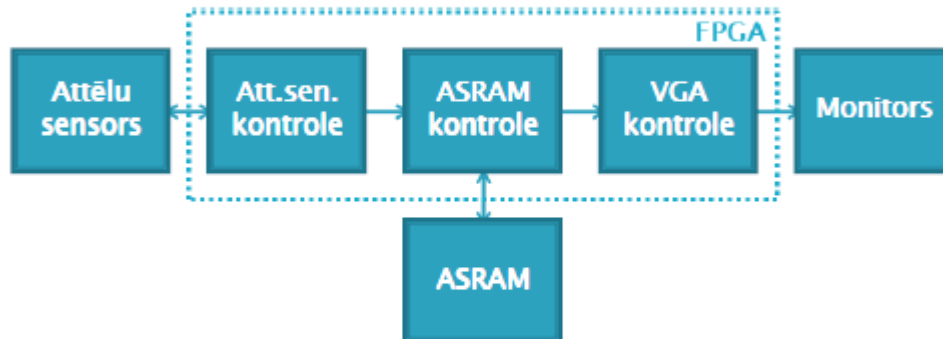
Darba vadītājs
Asist. Rinalds Ruskuls

Dāvis Barkāns
St.Apl. Num. 081REB058

1

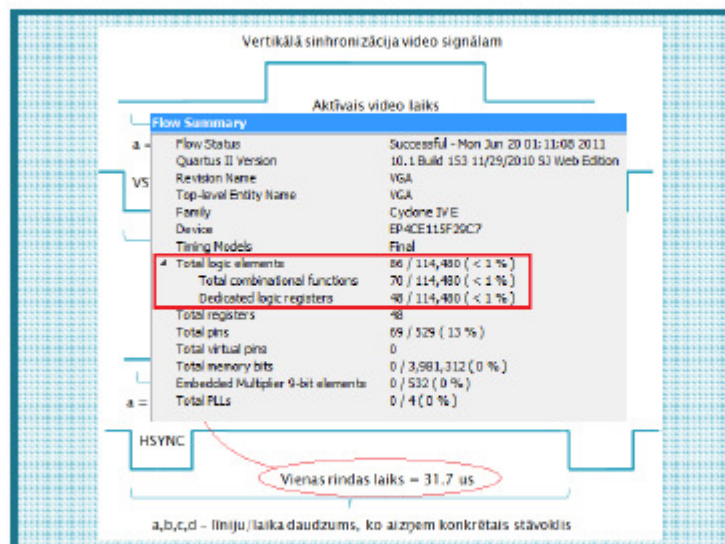


Arhitektūras izveide



3

VGA kontrolieris



Vertikālā
izvērse
 $V_{sync} = 525$

Horizontālā
izvērse
 $H_{sync} = 793$

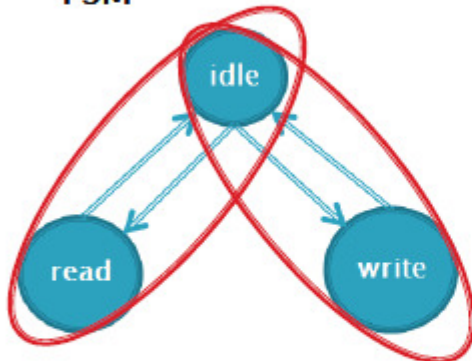
Lineārā adrese :

$$Lin_addr = Y * 640 + X$$

4

ASRAM kontrolieris

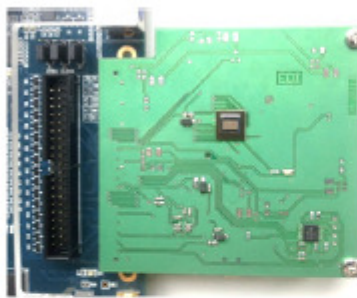
FSM



Flow Summary	
Flow Status	Successful - Mon Jun 20 01:46:39 2011
Quartus II Version	10.1 Build 153 11/29/2010 S3 Web Edition
Revision Name	asram_test1
Top-level Entity Name	blok
Family	Cyclone IV E
Device	EP4CE115F29C7
Timing Models	Final
Total logic elements	258 / 114,480 (< 1 %)
Total combinational functions	226 / 114,480 (< 1 %)
Dedicated logic registers	133 / 114,480 (< 1 %)
Total registers	133
Total pins	90 / 529 (17 %)
Total virtual pins	0
Total memory bits	0 / 3,981,312 (0 %)
Embedded Multiplier 9-bit elements	0 / 532 (0 %)
Total PLLs	1 / 4 (25 %)

5

Attēlu sensors

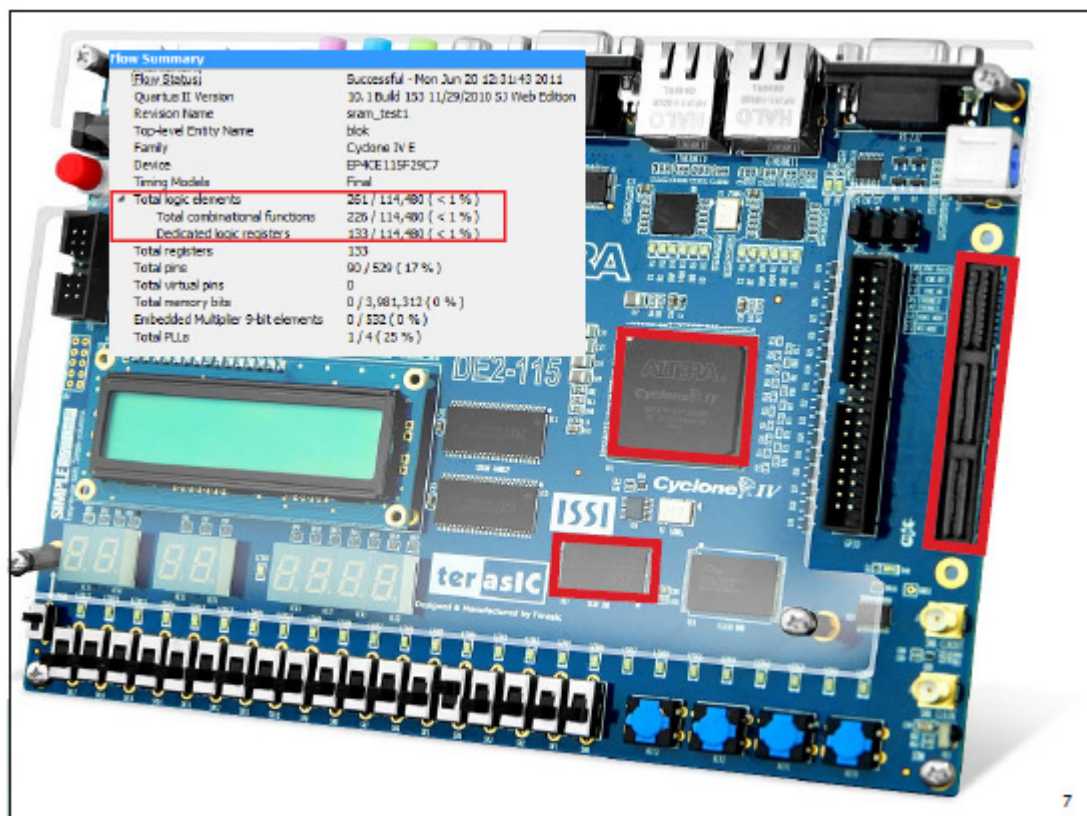


Aptina MT9V024

Flow Summary	
Flow Status	Successful - Mon Jun 20 01:42:41 2011
Quartus II Version	10.1 Build 153 11/29/2010 S3 Web Edition
Revision Name	image_sensor
Top-level Entity Name	image_sensor
Family	Cyclone IV E
Device	EP4CE115F29C7
Timing Models	Final
Total logic elements	98 / 114,480 (< 1 %)
Total combinational functions	98 / 114,480 (< 1 %)
Dedicated logic registers	38 / 114,480 (< 1 %)
Total registers	38
Total pins	54 / 529 (10 %)
Total virtual pins	0
Total memory bits	0 / 3,981,312 (0 %)
Embedded Multiplier 9-bit elements	0 / 532 (0 %)
Total PLLs	0 / 4 (0 %)

- plaukostas attēlu ierīce
- izšķirtspēja 752x480
- melnbalts
- datu apjoms (2Mb)
- 10 biti uz katru pikseli
- Plaša spektrālā jūtība gan redzamajā gan infrasarkanajā gaismā

6



7

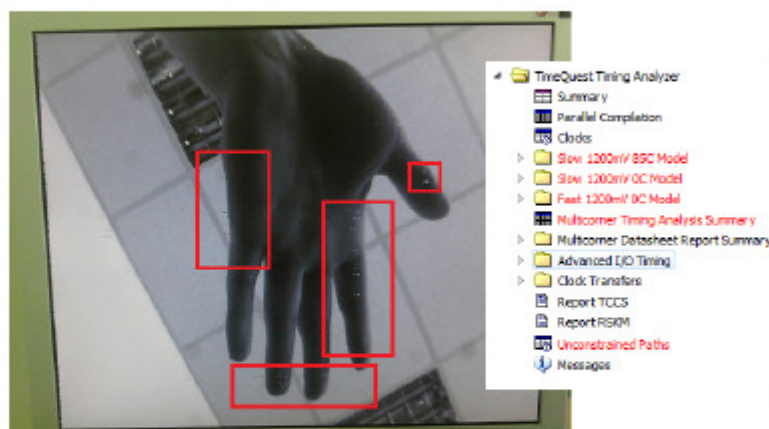
Rezultāti



ASRAM takts frekvence = 80 MHz

8

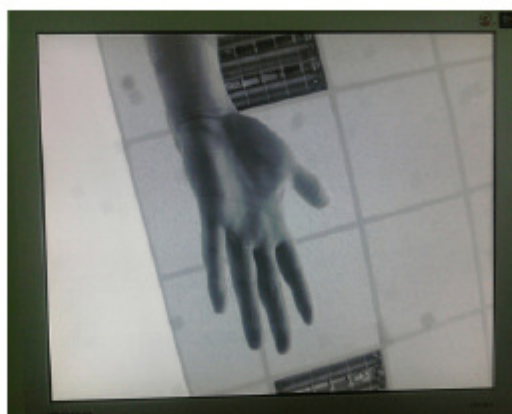
Rezultāti



ASRAM takts frekvence = 50 MHz

9

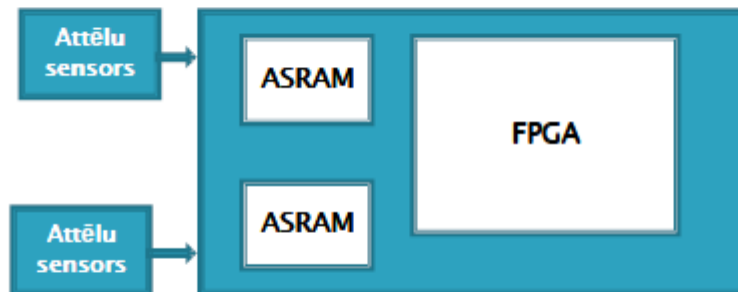
Rezultāti



ASRAM takts frekvence = 50 MHz
+
Laika aiztures (.sdc fails)

10

Vienlaicīga vairāku kameru attēlu ieguve



11

Secinājumi

- ▶ Ne visas struktūras dizainu aprakstošajās valodās ir sintezējamas
- ▶ Jāievēro laika aiztures (time quest)
- ▶ Var izmantot iekšējās struktūras kā :
atmiņu, reizinātājus,
cipariski kontrolējamus frekvences
pārveidotājus (PLL)

12

Nākotnes plāni

- ▶ Optimizēt kodu un aprakstīt laika aiztures, lai sasniegtu maksimālo SRAM darbības ātrumu 125 MHz
- ▶ Realizēt vienkāršu attēlu apstrādi (konvolūcija)
- ▶ No divām vienlaicīgi strādājošām kamerām iegūt 3D attēlu
- ▶ Implementēt CMF – kompleksi salāgoto filtru FPGA

13

Paldies par uzmanību!

Jautājumi?

14



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



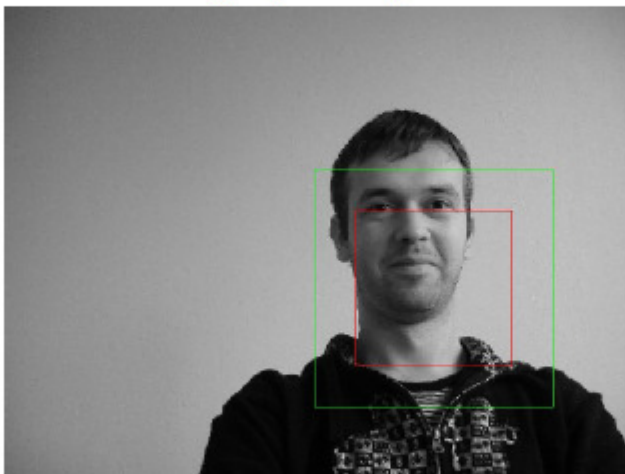
TMS320C6416 – based face recognition system *Oļegs Nikišins*

*Projekta nosaukums: Multimodālās biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)*

Projekta identifikācijas Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098

Face detection

Correct Detection Rate = **98%** (3 errors for the database
with 168 images). Example – red rectangle



Solution:
Increase detected
region size

Improved Correct Detection Rate = **100%** (detected region
contains eyes). Example – green rectangle

Face localization = eye pupil detection



Correct Detection Rate = $145/168 = 86\%$

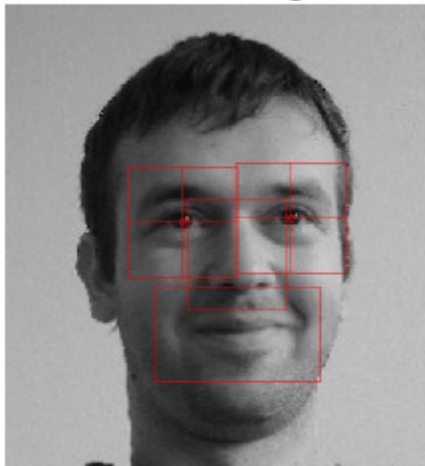
Total number of errors is 23: (15 - with glasses; 1 – closed eyes; 7 – OK)

Possible Correct Detection Rate = $145/152 = 95\%$

3

Face Recognition

Selected regions:



FAR and FRR:



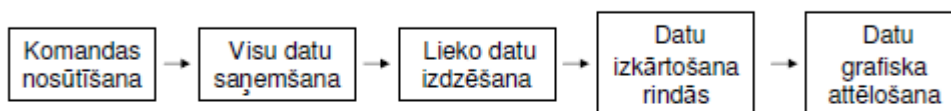
EER = 8.26 (DSP implemented algorithm)

EER = 6.49 (in MATLAB)

4

Attēla apstrāde *LabView* virtuālajā instrumentā

Sistēmas blokshēma:

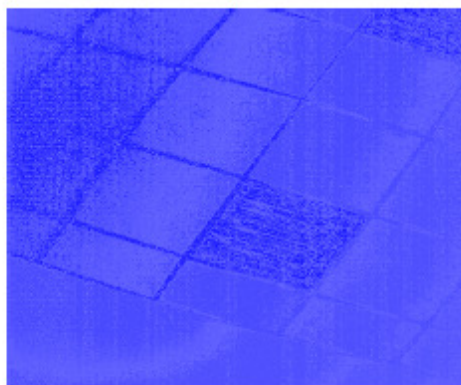


Sistēmas apraksts:

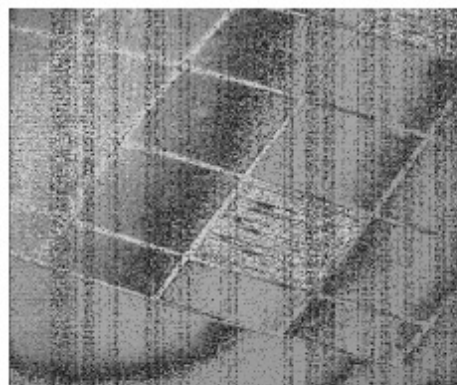
- 1) Nosūtot komandu, tiek saņemti dati, kas satur informāciju par bildi;
- 2) Saņemtie dati tiek sadalīti pikseļos. Katrs pikselis sastāv no 8 bitiem;
- 3) Sistēmas izveidē tiek lietoti *array* bloki, ātrdarbības uzlabošanai;
- 4) Lai iegūtu kvalitatīvāku attēlu, liekie dati tiek izdzēsti;
- 5) Grafiskais attēls tiek iegūts melnbalts.

Iegūtie attēli

Sākotnējais attēls



Melnbaltais attēls



Joprojām nepieciešams uzlabot attēla kvalitāti, bet pastiprināti tas tiks darīts, izmantojot jau FTDI FT2232

Biometrijas datu šifrēšana un to pielietojums viedkaršu personalizācijas sistēmās

Artūrs Kadiķis

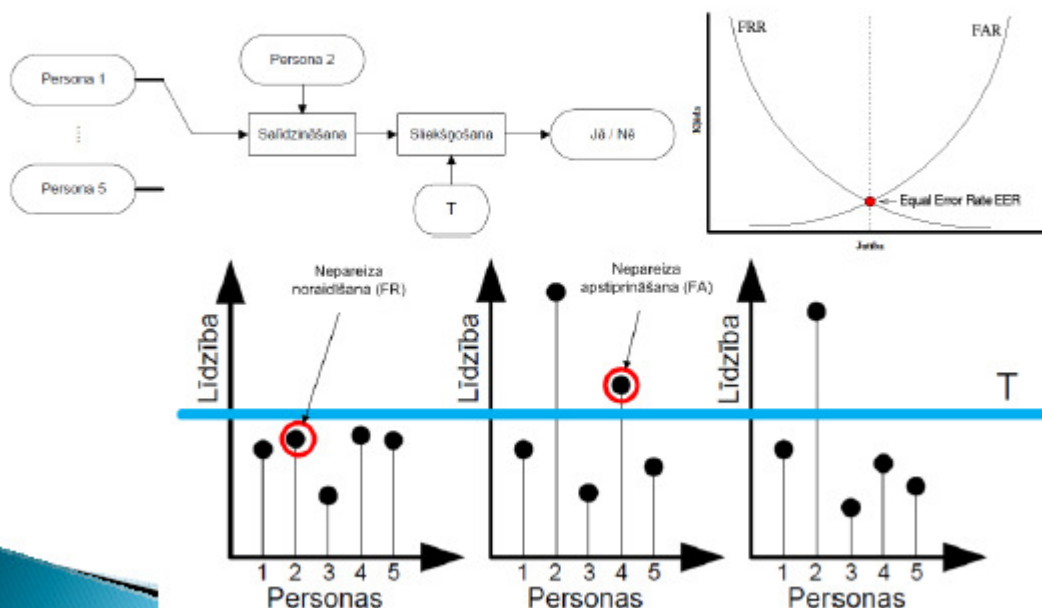
Elektronikas un Datorzinātņu institūts

Biometrijas datu šifrēšana

101010101010010 → 110101101010101
010101110001001

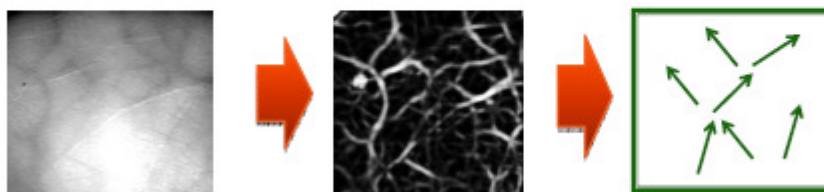
101010101010011 ✗ 010100100100010
010011001001010

Biometrijas datu salīdzināšana



3/26

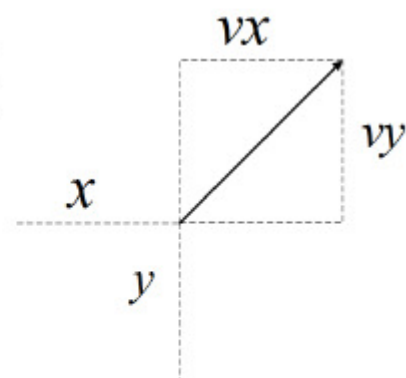
Biometrijas dati



x1	y1	vx1	vy1		x64	y64	vx64	vy64
----	----	-----	-----	-------	-----	-----	------	------

Datu vektora pamatinformācija

Datubāze ar 50 cilvēku plaukstas asinsvadu informāciju



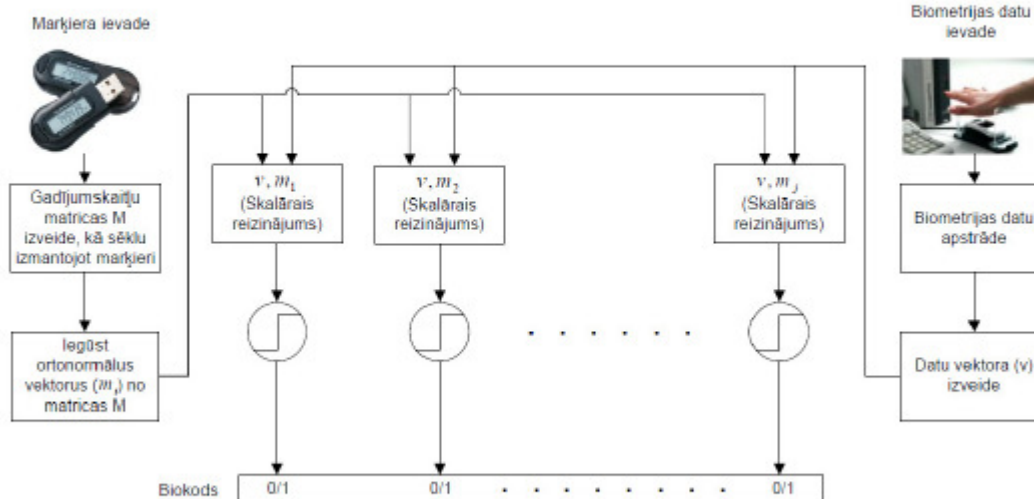
4/26

Izpētītie šifrēšanas algoritmi

- ▶ Biometrijai neizmantojamie:
 - DES
 - TDES
 - AES
 - RSA
 - Homomorfiskā šifrēšana
- ▶ Biometrijai izmantojamie:
 - Biohash – tiek izmantots
 - Fuzzy vault – neder, ir pa lēnu
 - Fuzzy extractor – nav izteiktu plusu vai mīnus

5/26

Biohash



6/26

Biokodu salīdzināšana

a

0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	×

= 4 kļūdas

b

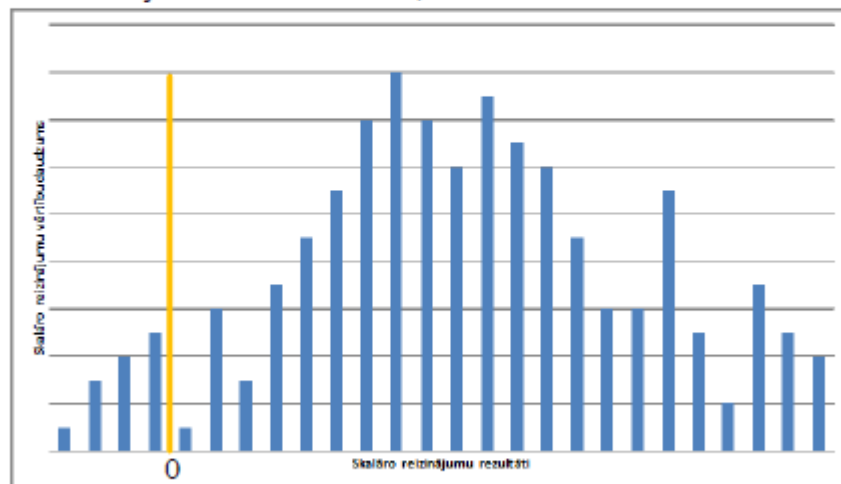
1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

$$s(a, b) = \frac{l - \sum_i^l a_i \oplus b_i}{l}$$

7/26

Sliekšņu izvēle

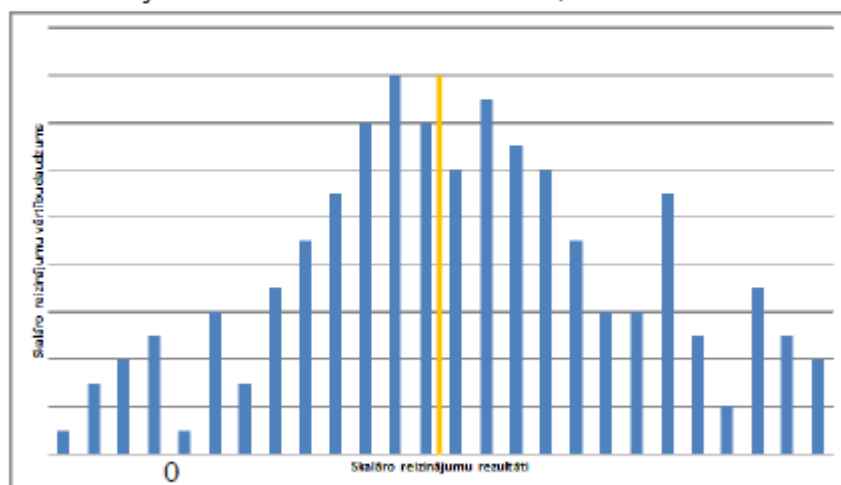
- Ja sliekšņu vērtība ir 0, tad EER ir 16.87%



8/26

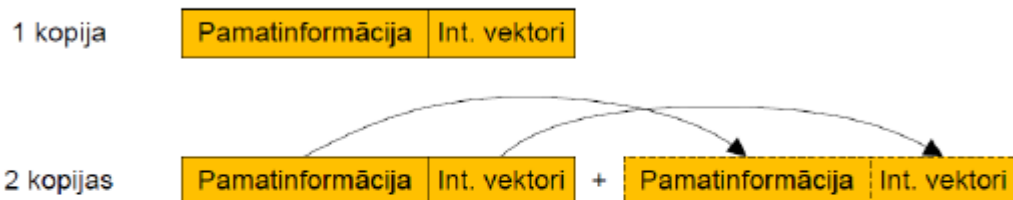
Sliekšņu izvēle

- Ja sliekšņu vērtība ir mediāna, tad EER ir 6.40%



9/26

Datu kopēšana



Kopiju daudzums	EER
1	3.18 %
2	2.78 %
3	2.82 %
4	2.42 %
5	2.08 %

10/26

Koeficientu pielietošana pamatinformācijai

- Katrai pamatinformācijas vērtībai tiek piemērināts koeficients a .

Pamatinformācija	Int. vektori	Pamatinformācija	Int. vektori
------------------	--------------	------------------	--------------

* a

Kopiju daudzums	EER ar koeficientu 1	EER ar koeficientu 2
1	3.18 %	3.01 %
2	2.78 %	2.92 %
3	2.82 %	2.33 %

11/26

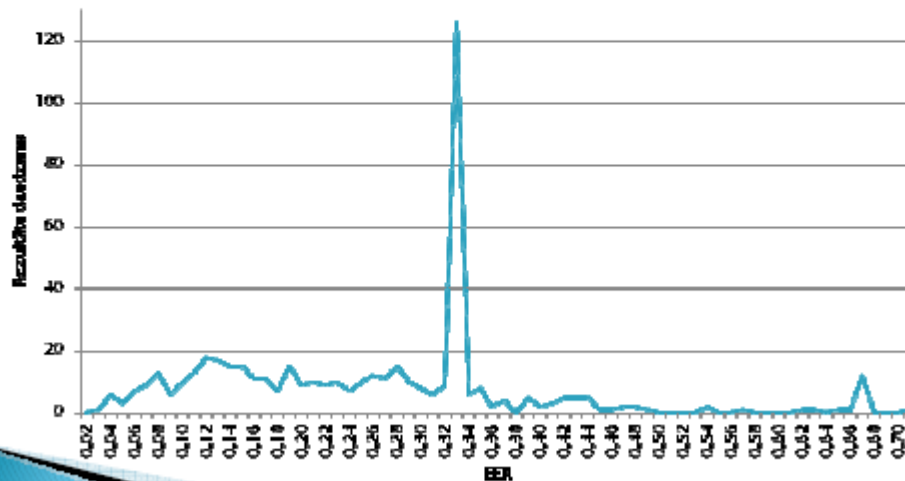
Eksperimentālo rezultātu apkopojums

Datu vektora saturs	Sliekšņu vērtības	Datu vektora kopļas	Izmantota bitu stabilitātes Informācija	Pamatinf. Koeficients	EER
Pamatinf.	0	1	Nē	1	16.87 %
Pamatinf.	Mediāna	1	Ne	1	6.40 %
Pamatinf.+ int. Vekt.	Mediāna	1	Nē	1	3.18 %
Pamatinf.+ int. Vekt.	Mediāna	3	Nē	1	2.82 %
Pamatinf.+ int. Vekt.	Mediāna	3	Nē	2	2.33 %
Pamatinf.+ int. Vekt.	Mediāna	3	Jā	2	0.09 %

12/26

EER izkliede

- ▶ EER vidējā vērtība - 0.26 %
- ▶ Standarta novirze - 0.13 %



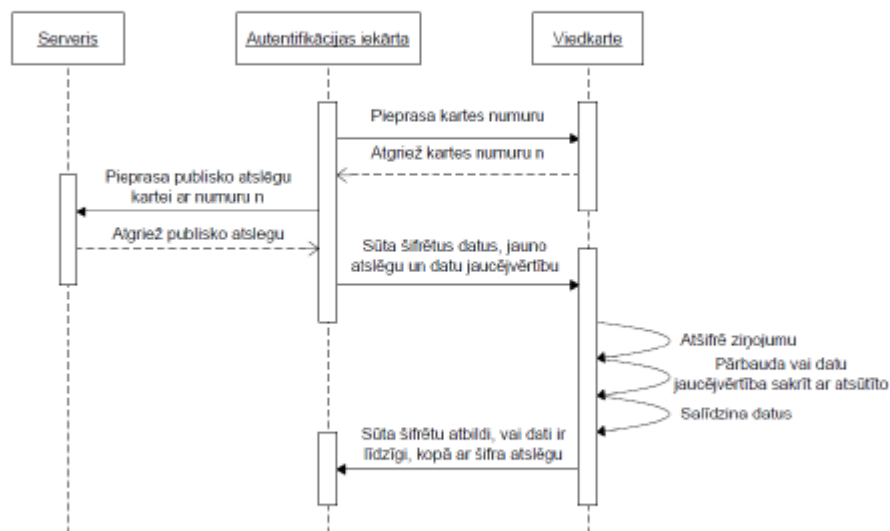
13/26

Datu salīdzināšana viedkartēs

	Nešifrēti dati	Biokods
Izpildes laiks	0.7 sekundes	0.03 sekundes
Vidējā izpildes kļūda	1,23 %	0,64 %
Lielākā izpildes kļūda	7,95 %	3,35 %
Kļūdas standarta novirze	0.90 %	0.45 %

14/26

Datu pārraides protokols



15

Rezultāti

- Izveidota šifrētu biometrijas datu salīdzināšanas metode, kas ir pielīdzināma nešifrētu datu salīdzināšanai
- Realizēti gan šifrētu, gan nešifrētu datu salīdzināšanas algoritmi Java viedkartē

	Nešifrētu datu salīdzināšana	Šifrētu datu salīdzināšana
Datu salīdzināšanas algoritmasarežģītība	$O(n^2)$	$O(n)$
Algoritma izmantotais bitu daudzums	512 B	449 B
Algoritma iegūtais EER	0.27 %	~0.09 %
Dati ir šifrēti	Nē	Jā

16/26

