

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.1. par periodu no 01.01.2011.g. līdz 31.03.2011.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	4
Sejas un plaukstu attēlu iegūšanas metožu izpēte.....	4
Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana.....	5
Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojama apakšsistēmas izveide	6
Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrāde un izpēte	6
Secinājumi	7
Pielikumi.....	9

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 izstrāde; Eksperimentālos pētījumus tehnoloģiju demonstratora izstrāde; Rūpniecisko tiesību aizsargāšana, patenta pieteikums; Projekta publicitāte. Šajā dokumentā dots pārskats par projekta pirmajā periodā (01.01.2011.-31.03.2011) veiktajiem pētniecības darbiem un šobrīd sasniegtiem rezultātiem.

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

Ievads

Identitātes nozagšana ir viens no modernajiem noziegumiem, kas „zaglim” dod iespēju radīt jums 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 augšminēto 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 pirmajā periodā (01.01.2011.-31.03.2011.) veikto pētniecības uzdevumu un rezultātu kopsavilkums ir sekojošs:

- Sejas un plaukstas attēlu iegūšanas metožu izpēte – tika pētīts kā izveidot augstas pikseļu intensitātes izšķirtspējas infrasarkanās un redzamās gaismas attēlu iegūšanas sistēmu. Iegūtas prasmes sarežģīto sistēmu izveidē uz FPGA. Izveidota 12-bitu izšķirtspējas attēlu iegūšanas sistēma.
- Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana – tiek realizēta 1. versija 2D sejas atpazīšanas algoritmam, kas sastāv no vairākiem posmiem (sejas

detektēšana, lokalizācija un atpazīšana). Tiek uzlabota atsevišķo bloku precizitāte. Ir apskatīts sejas ādas detektēšanas algoritms. Uzsākta eksperimentāliem pētījumiem paredzēta virtuālā instrumenta izveide LabView.

- Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojama apakšsistēmas izveide – izanalizēti vairāki realizācijas algoritmi *biohash* funkcijas skaitļošanai. Noteiktas to atšķirības no *hash* funkciju skaitļošanas algoritmiem. Apskatītas vairāku biometrisku datu kriptēšanas algoritmu īpatnības, kas šobrīd tiek izmantoti biometrisku datu šifrēšanā. Ir 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.
- Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrāde un izpēte – tiek veidota nepieciešamo atsevišķo funkcionālo bloku elektriskās principiālās shēmas Altium Designer vidē. Ir uzsākta šo bloku iespiedplašu projektēšana, komponentu izvietošana, galveno principiālo bloku trasēšana.

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

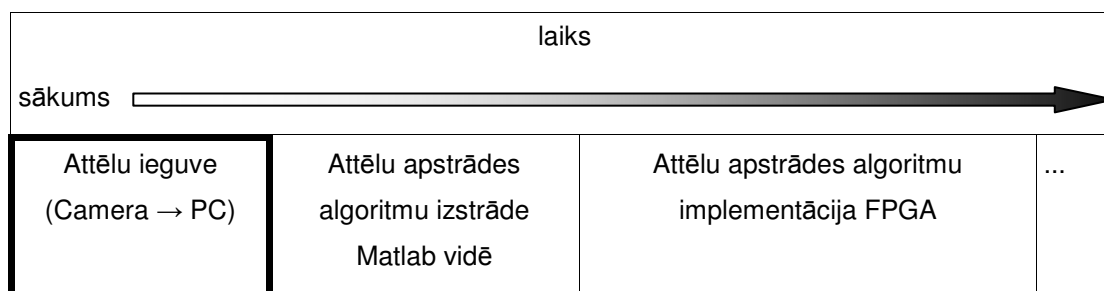
Turpmāk dokumentā ir detalizēti aprakstītas katras uzdevumu grupas pētniecības darbības un rezultāti.

Aktivitāte: Lietišķie pētījumi

Sejas un plaukstu attēlu iegūšanas metožu izpēte

Projekta pirmajā periodā (01.01.2011.-31.03.2011.) tika strādāts pie augstas pikseļu intensitātes izšķirtspējas infrasarkanās un redzamās gaismas attēlu iegūšanas sistēmas izveides, skat. 1. tab.

1. tab. Aptuvenā plānotā projekta izpildes gaita



Galvenie pirmā ceturkšņa sasniegumi:

1. Iegūtas prasmes sarežģīto sistēmu izveidē uz FPGA lielu sistēmu dalīšana apakšblokos un šo apakšbloku darbību salāgošana, ja tie tiek vadīti ar dažādām takts frekvencēm ("Multiple Clock Domain"); pareizās takts signāla frontes ("Falling/Rising Edge") izvēle datu signālu vērtību nolasīšanai un ģenerēšanai, nodrošinot bezklūdaino sistēmas bloku komunikāciju.
2. FPGA izveidots 12-bitu izšķirtspējas attēlu iegūšanas modulis, kas spēj: iegūt attēlus infrasarkanās un redzamās gaismas diapazonā, izmantojot Kodak sensoru; attēlot iegūtos attēlus uz VGA monitora, kas tiek izmantots kontrolei; komunicēt ar datoru (pēc lietotāja pieprasījuma sūtīt iegūtos attēlus uz datoru, izmantojot UART). Šobrīd sasniegtais viena attēla nosūtīšanas laiks ir aptuveni 4 sekundes (datu pārraides ātrums ir 0.9Mbit/sek).

Ir dota prezentācija (pievienota Pielikumā Nr.I) par pētniecisko darbu gaitu un šobrīd sasniegtajiem rezultātiem.

Nākamā perioda darbi:

1. Pabeigt attēlu iegūšanas sistēmas izstrādi, atklūdošanu un optimizāciju. Tas ietver sevī:
 - a) datu pārraides ātruma (demonstrators↔dators) palielināšanu. Šim nolūkam UART (virknes saskarne) tiks aizvietots ar 8-bitu USB↔FIFO (paralēlo saskarni),
 - b) sistēmas adaptāciju projekta vajadzībām (komponenšu maiņa, iespiedplates projektēšana, un tml.),
 - c) sistēmas veikspējas optimizāciju, ņemot vērā Altera's integrālo mikroshēmu īpatnības (piem., iekšējās atmiņas, jeb RAM bits, izmantošana).
2. Izveidot plaukstu attēlu datubāzi, kas būs turpmāk nepieciešamā izstrādāto algoritmu testēšanai.

Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana

Veikti pētījumi sejas atpazīšanas algoritma, kurš balstās uz „Local Binary Patterns” principiem, izmantošanai biometrijā. Automātiskais 2D sejas atpazīšanas algoritms sastāv no vairākiem funkcionāliem etapiem:

- 1) sejas detektēšana;
- 2) sejas lokalizācija;
- 3) sejas atpazīšana.

Uz doto brīdi sejas detektēšana un lokalizācija attēlā tiek veikta manuāli, lai efektīvāk notestētu sejas atpazīšanas algoritma precizitāti. Sejas atpazīšanas etaps tiek testēts uz datubāzes, kas sastāv no 168 attēliem (51 persona, 2-5 attēli katrai) un labākais rezultāts: EER (Equal Error Rate) ir ~10%. Ir dota prezentācija (pievienota Pielikumā Nr.II) par pētniecisko darbu gaitu un šobrīd sasniegtajiem rezultātiem.

Ir apskatīts ādas detektēšanas algoritms. Pozitīvais ir tas, ka fotogrāfija, kas ir melnbalta, netiek atpazīta, netiek atrasta āda, līdz ar to cilvēks netiek atpazīts. Negatīvais – ir nepieciešams labs apgaismojums, ja apgaismojums krīt tikai no vienas puses, tad arī cilvēka

sejas āda tiek atpazīta tikai tajās vietās, kur labāks apgaismojums (rezultāti redzami Pielikumā Nr.III). Tāpēc pēc eksperimentu veikšanas, tika secināts, ka šobrīd šis algoritms netiks pielietots sejas atpazīšanā.

Uzsākta arī virtuālā instrumenta izveidošana LabView:

- Datu rakstīšana un lasīšana iekārtā;
- C koda ievietošana Virtuālā instrumenta blokshēmā (grafiskā programma);
- Masīvu darbības princips;
- „Bitmap” attēla iegūšana vizualizācijai un tālāko apstrādes darbību veikšanai.

Nākamā perioda darbi.

- Funkcionālo bloku precizitātes uzlabošana;
- „Local Binary Patterns” algoritma pilnveidošana;
- Sejas atpazīšanas algoritmu implementācija signālprocesorā;
- Attēlu apstrāde virtuālajā instrumentā;
- Kompleksās salāgotās filtrācijas koda ievietošana LabView;

Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojama apakšsistēmas izveide

Veikti pētījumi biometrisku datu kriptēšanas algoritma *biohash* pielietošanas iespēju novērtēšanai datiem, kas iegūti šā projekta ietvaros (sejas un plaukstas parametru atpazīšana), drošai šifrēšanai un drošai glabāšanai. Autentifikācijas kvalitātes noteikšanai tiek izmantoti nepareiza akcepta un nepareiza atraidījuma procentuālie rādītāji (*false acceptance rate FAR* un *false rejection rate FRR*). Prezentācija par galvenajiem šobrīd iegūtiem rezultātiem ir dota pielikumā IV. Ir izpētīta viedkaršu struktūra un darbība. Zinot, ka viedkartēm ir 16 bitu mainīgie, tad nepieciešams pārstrādāt algoritmus, lai tos varētu pēc iespējas labāk pielāgot jaunai darbības videi. Tika izpētīta matemātiskos aprēķinus izmantoto lielumu precizitātes ietekme uz kopējo gala rezultāta precizitāti, kā arī kļūdas veidošanās cēloņi. Tiek izstrādāts optimāls veids nepieciešamo matemātisko aprēķinu veikšanai ar viedkartē pieejamiem resursiem (pielikumā Nr.V tiek uzskatāmi parādītas nepieciešamās darbības, kas ir jāveic, un kāda ir algoritma precizitāte, izmantojot 16 bitu mainīgos).

Nākamā perioda darbi:

- Izpētīt un veikt datormodelēšanu literatūrā aprakstītiem *biohash* algoritmiem un novērtēt to darbības efektivitāti.
- Plaukstas asinsvadu biometrisku datu salīdzināšanas algoritma realizācija viedkartē.

Atsevišķu sistēmas komponentu un bloku izstrāde un izpēte

Veicot pētījumus ar esošo attēlu iegūšanas moduli, ir iegūta nepieciešamā informācija augstākas jūtības attēlu iegūšanas sensora moduļa infrasarkanajā diapazonā veidošanai, kas būtu tieši savienojams ar FPGA izstrādes rīka moduli caur HSMC datu kopni. Tiek projektēti vairāki funkcionālie bloki: CMOS attēlu sensora bloks, kas nodrošina attēlu iegūšanu infrasarkanās un redzamās gaismas spektrā, USB bloks, kas nodrošina saskarni ar datoru,

un viedkaršu nolasīšanas bloks, kas paredzēts biometrijas datu pārsūtīšanai uz viedkarti. Ir dota prezentācija (pievienota Pielikumā Nr.VI) par pētniecisko darbu gaitu un šobrīd sasniegtiem rezultātiem.

Šobrīd tiek veidota iepriekš minēto funkcionālo bloku elektroniskā principiālā shēma Altium Designer vidē. Shēma ietver HSMC datu kopnes savienotāju, kas sasaistīts ar FPGA izstrādes moduli, CMOS attēlu sensora funkcionālo bloku, FTDI USB bloku, MSP430 mikrokontrolieri un apgaismošanas bloku (kameru moduļa kopējā principiālā shēma pievienota pielikumā Nr.VII).

Nākamā perioda darbi:

1. Pēc principiālās shēmas izveides veikt moduļu iespaidplašu veidošanu (komponentu izvietošana, galveno principiālo bloku trasēšana.
2. Atrisinātas problēmas, kas saistītas ar analogā un ciparu zemējuma traucējumu novēršanu.

Secinājumi

Projekta „BiTe” pētnieciskā darbība „Lietišķo pētījumu” aktivitātē ir sekmīgi uzsākta. Noris izstrādājamās tehnoloģijas atsevišķu moduļu algoritmu un elektrisko principiālo shēmu izpēti un izveidi.

Augstas pikseļu intensitātes izšķirtspējas infrasarkanās un redzamās gaismas attēlu iegūšanas sistēmas izveidei tiks pabeigta attēlu iegūšanas sistēmas izstrāde, atklūdošana un optimizācija. Plānots izveidot plaukstas attēlu datubāzi, lai turpmāk būtu iespēja testēt izstrādātos algoritmus.

Sejas atpazīšanā nepieciešams pilnveidot algoritma „Local Binary Patterns” darbību, uzlabojot izstrādāto funkcionālo bloku darbību. Tiks veikta šī algoritma implementācija signālprocesorā. Tiks papildināts arī virtuālais instruments, izveidojot vairāk funkciju.

Izanalizējot biometriskās informācijas kriptēšanas un salīdzināšanas metodes ir secināts, ka atsaucamiem (*cancellable*) biohash algoritmiem ir virkne priekšrocību: 1) iespēja izmantot vienu un to pašu biometrisko informāciju daudzās aplikācijās; 2) iespēja izveidot jaunu biohash informāciju, ja esošā tiek sakompromitēta; 3) relatīvi viegls salīdzinājuma algoritms, lai salīdzinātu biohash–parauga un autentifikācijas procesā sarēķināto biohash; 4) vienvirziena transformācija. Ir veikti pētījumi par viedkartēm, to struktūru un darbību. Tiek strādāts pie plaukstas asinsvadu biometrisko nekriptētu datu salīdzināšanas algoritma realizācijas viedkartēs.

Projekta pētnieciskie rezultāti tiek apspriesti izpildītāju iknedēļas sanāksmēs. Pirmajā progresa pārskata periodā notika divas projekta atvērtās sanāksmes, vienā tika dota prezentācija "Attēlu iegūšana izmantojot FPGA iegultu sistēmu", otrajā prezentācija par tēmu "Biometrijas datu kriptēšana un salīdzināšana".

Projekta dalībnieki piedalījās starptautiskā konferencē „The Third International Workshop on Biometrics and ID Management workshop” „BioID 2011” Vācijā, Brandenburgā, kur tika prezentēts referāts „Processing of Palm Print and Blood Vessel Images for Multimodal

Biometrics”, kā arī projekta vadītājs M. Greitāns piedalījās COST2101 akcijas „Biometrics for Identity Documents and Smart Cards” vadības komitejas sēdē.

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.

Attēlu iegūšana izmantojot FPGA iegultu sistēmu

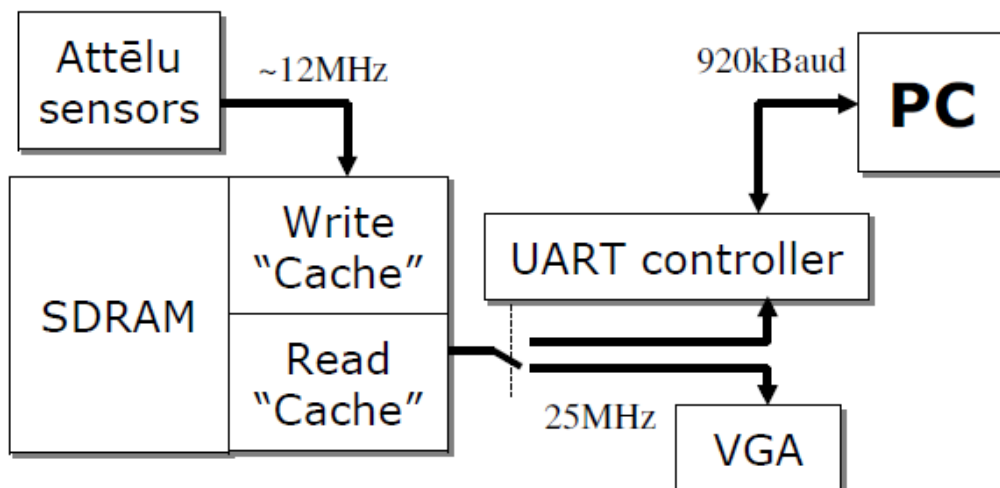
Mihails Pudžs,
Rinalds Ruskuls

Lab 2.1; 308. telpā.

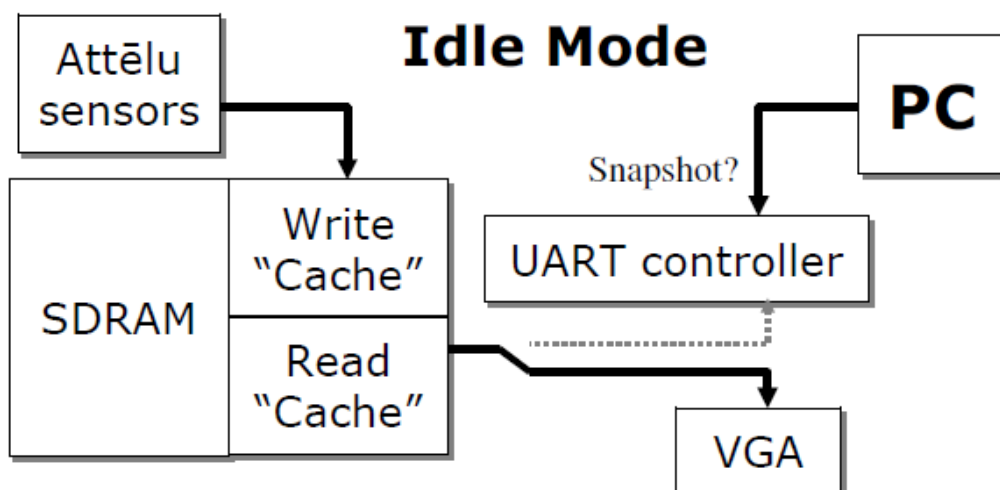
1B. Uzdevumi

- Attēlu iegūšanas procedūra:
 - realizēt automātisko datubāzes veidošanu,
 - izveidot ērtu saskarni ar lietotāju (GUI),
- Attēlu kvalitāte:
 - iegūt datus tieši no attēlu sensora (bez analogajiem pārveidojumiem),
 - maksimāli izmantot attēlu sensora iespējas (izšķirtspēja 8bit → 12bit),
- Pieredze:
 - SDRAM R/W-“CACHE” / UART komponenti.

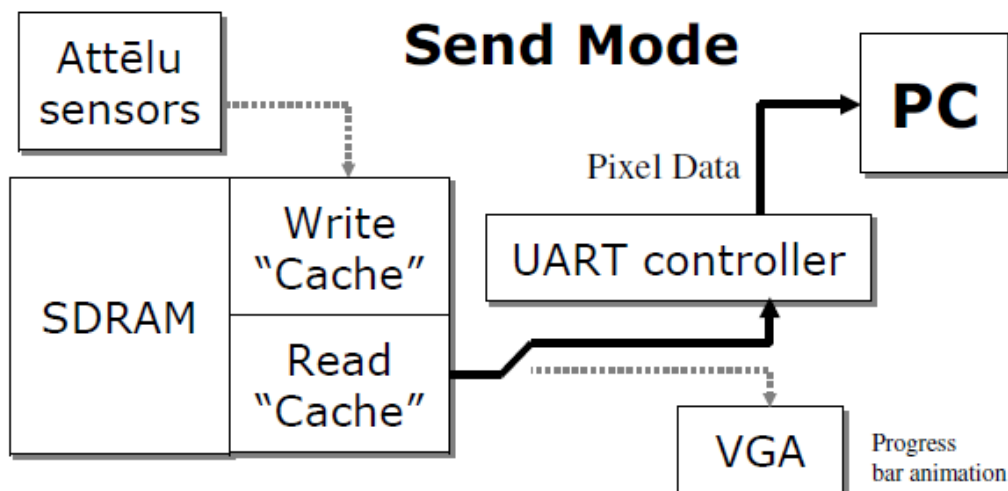
2D. Blokshēma



5C. Funkcionēšana



5D. Funkcionēšana



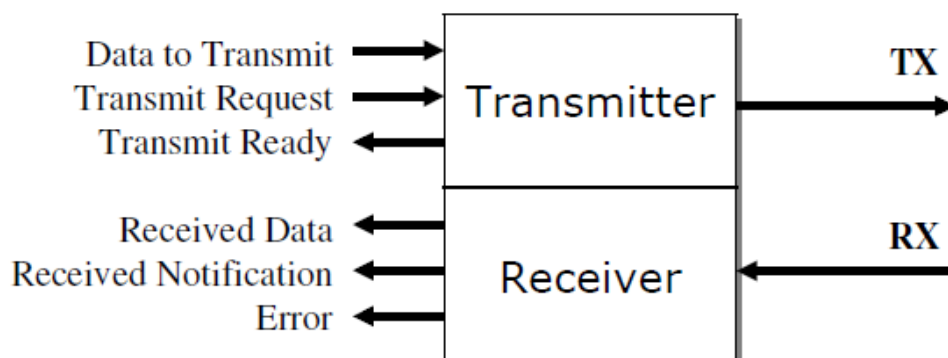
3C. Saskaņe ar SDRAM

Izveidotais "Cache" komponents ļauj lasīšanu/rakstīšanu no SDRAM veikt asinhroni pret tā "Clock Domain".

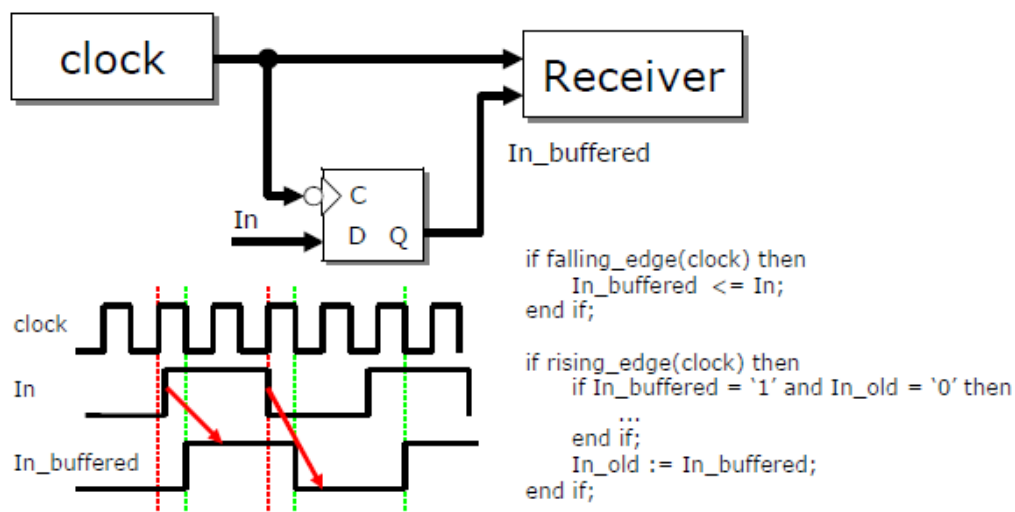


4C. UART kontrolieris

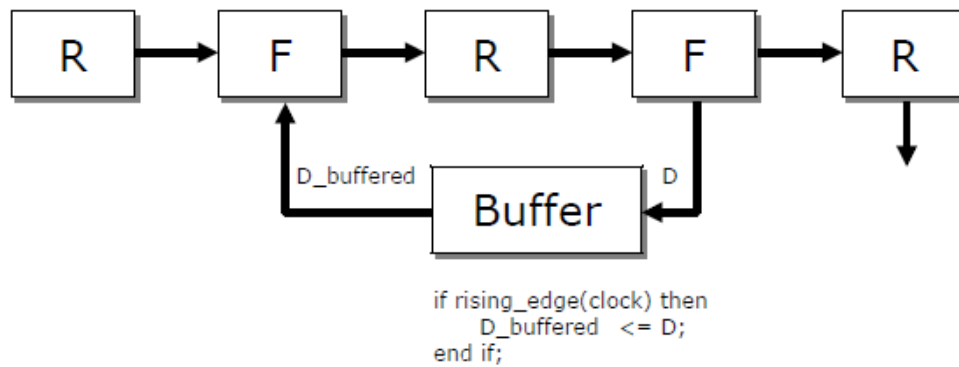
Izveidotais komunikācijas (FPGA↔PC) bloks.
Sadalīts divās daļās: Transmitter un Receiver



1C. Multiple Clock Domains



2C. Signal Propagation





IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



“Local Binary Patterns” – based face recognition

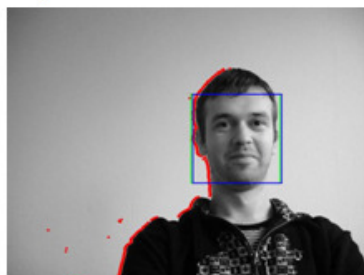
Oļegs Nikišins

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

Projekta identifikācijas Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.0/10/APIA/VIAA/098

Complete face recognition algorithm

1) Face detection:

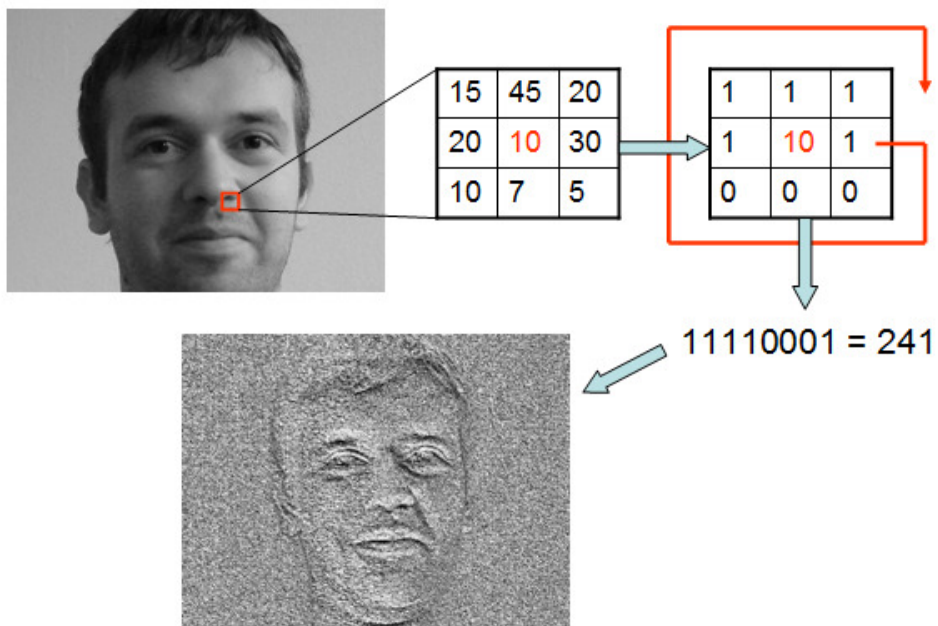


2) Face localization:

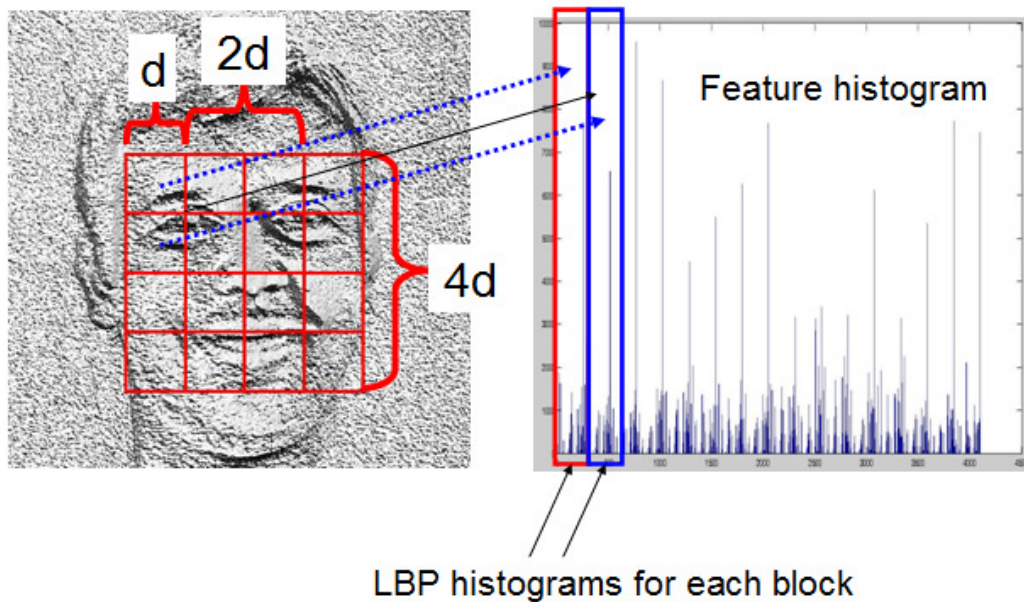


3) Recognition

LBP calculation



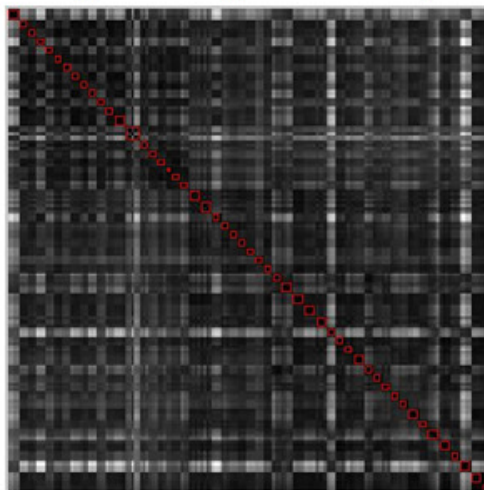
LBP-based face recognition



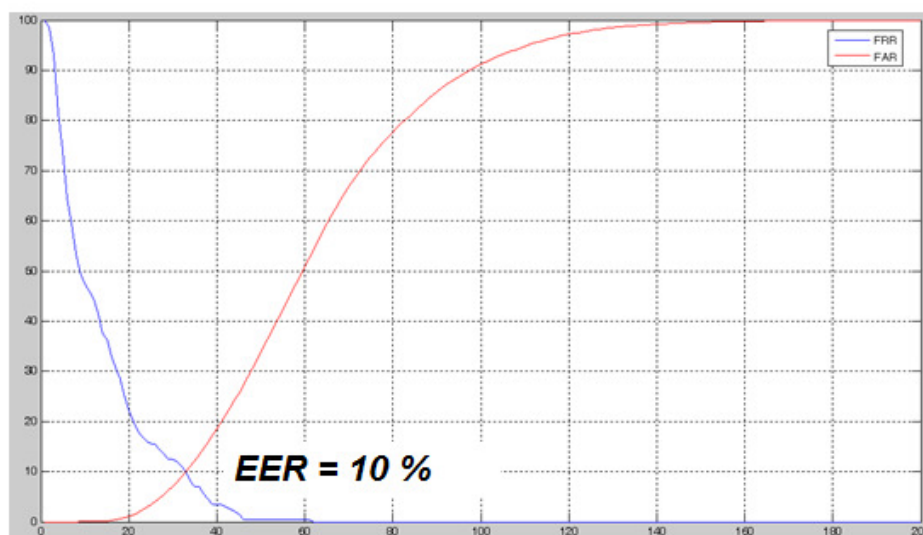
LBP-based face recognition

Squared Euclidean distance is used for histogram comparison

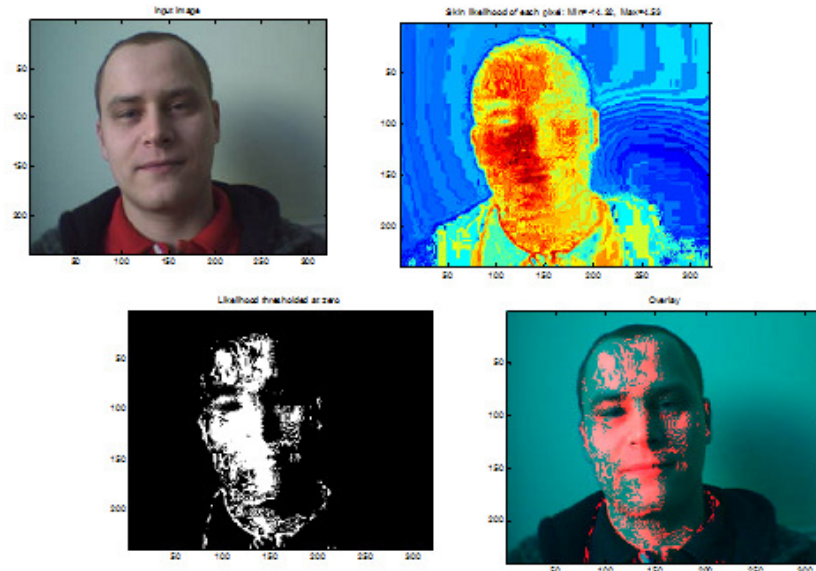
Squared Euclidean distances for the database of 168 face images (51 person, 2-5 images for each person):



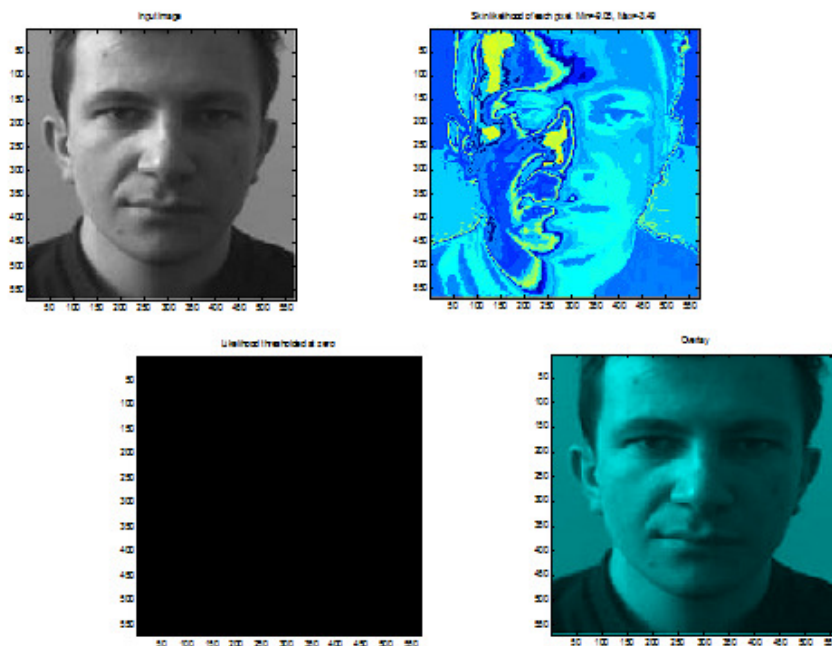
LBP-based face recognition



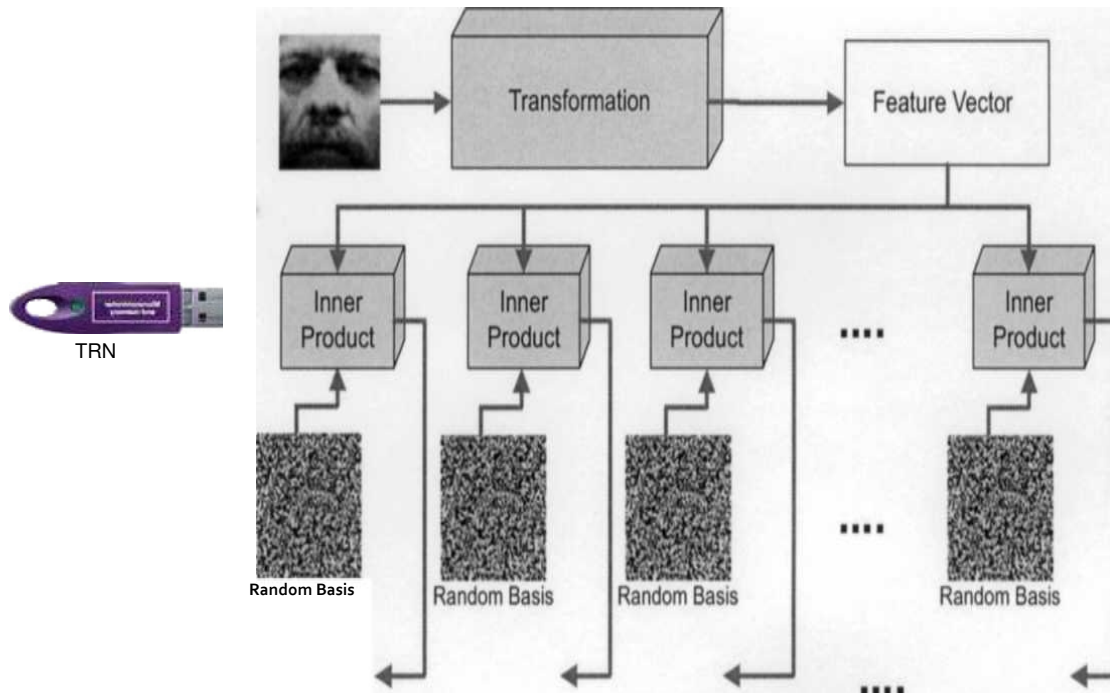
Skin detector – real image



Skin detector – image copy



Biohasha izveide



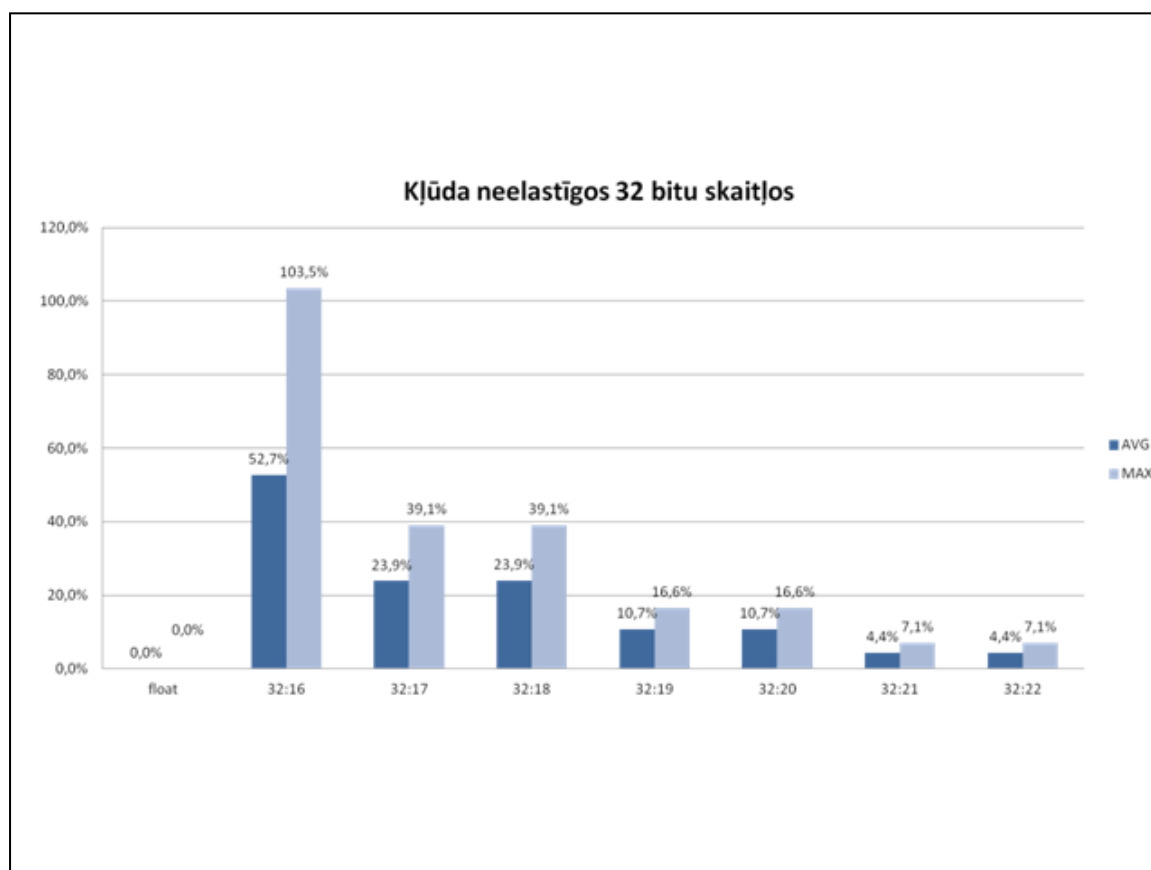
Atsaucamie (*cancelable*) biohash algoritmi ir jauns pētījumu virziens saistīts ar nepieciešamību saglabāt identitātes īpašības un izslēgt iespēju restaurēt biometriskos datus. Ir trīs principiālie kritēriji, kas jāaizpilda:

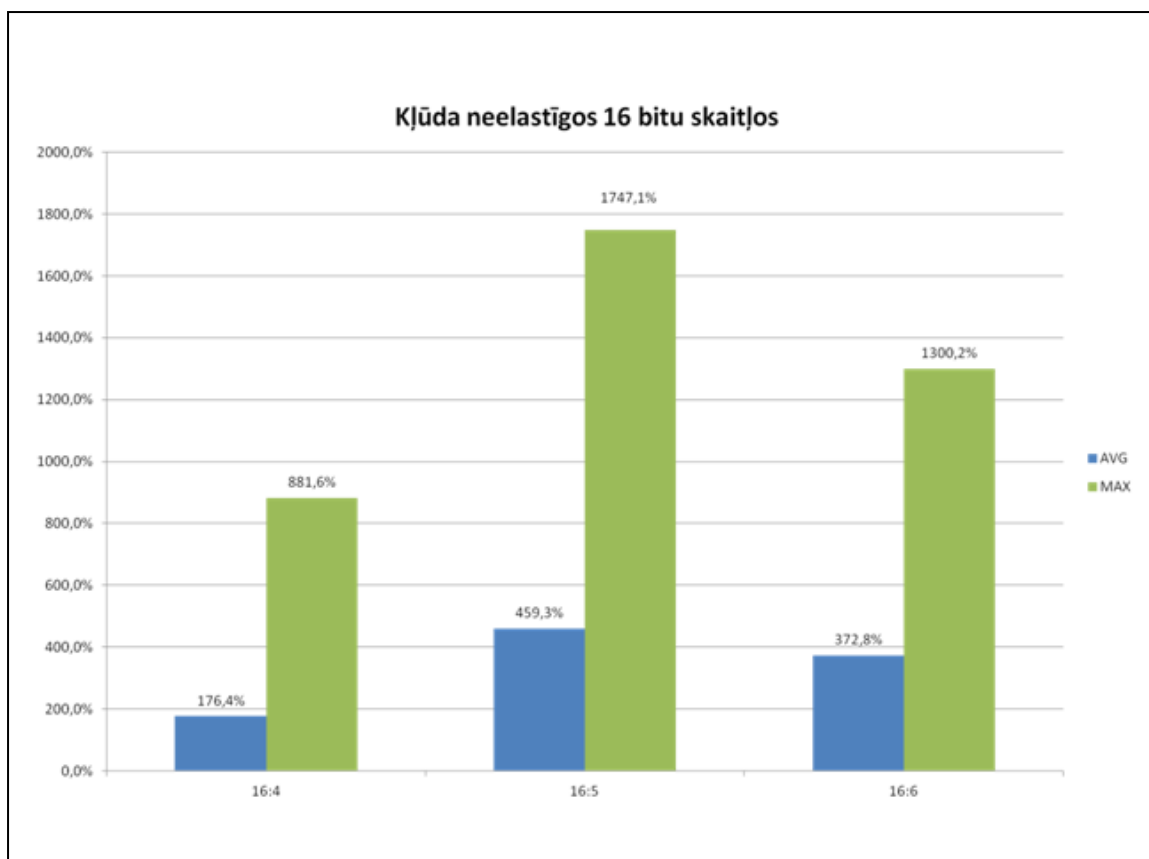
- Nedrīkst izmantot vienādus kriptēšanas paraugus divās dažādās aplikācijās.
- Jauna kriptēšanas parauga izveidošanas iespējama gadījumā, ja esošais tiek sakompromitēts un tiek atsaukts (*canceled*)
- Vienvirziena transformācija (neeksistē inversā transformācija)

$$S(A, B) = \frac{s(A, B)}{\sqrt{s(A, A) * s(B, B)}}$$

$$s(A, B) = \sum_p \sum_q s_{p,q}$$

$$s_{i,j} = (xv_1 * xv_2 + yv_1 * yv_2) * f(d^2)$$





Kļūdas

- Elastīgas 32 bitu operācijas:

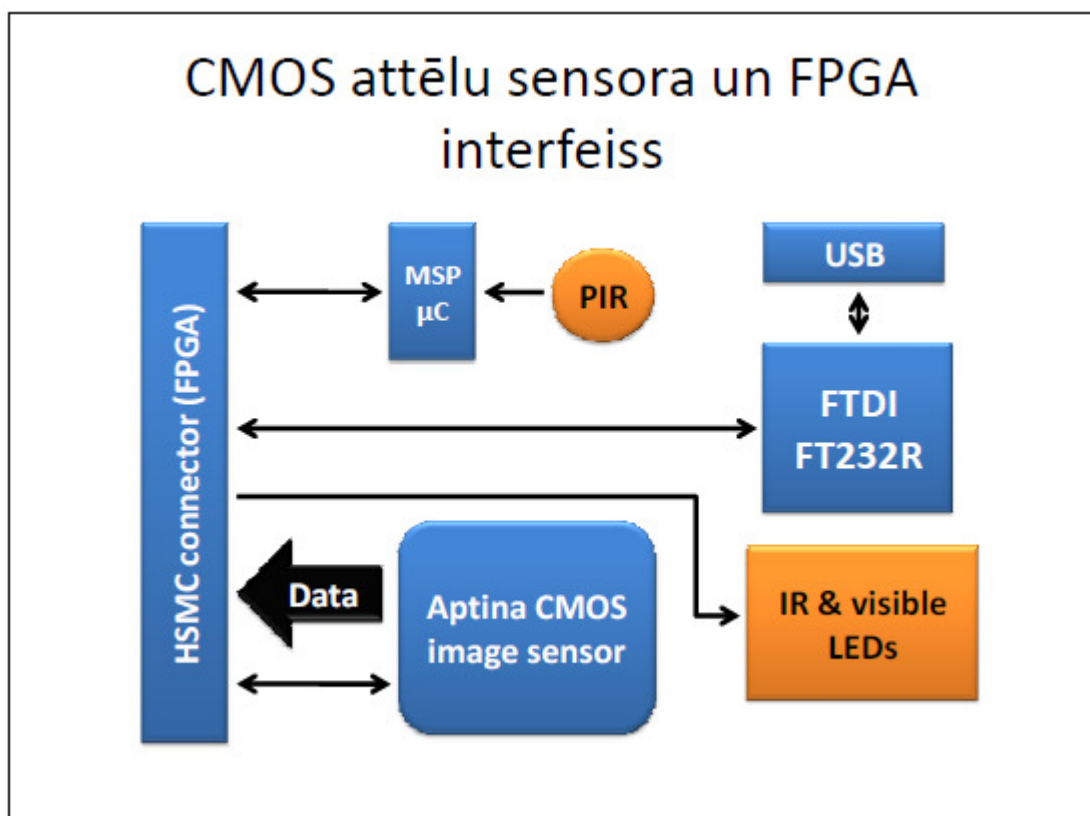
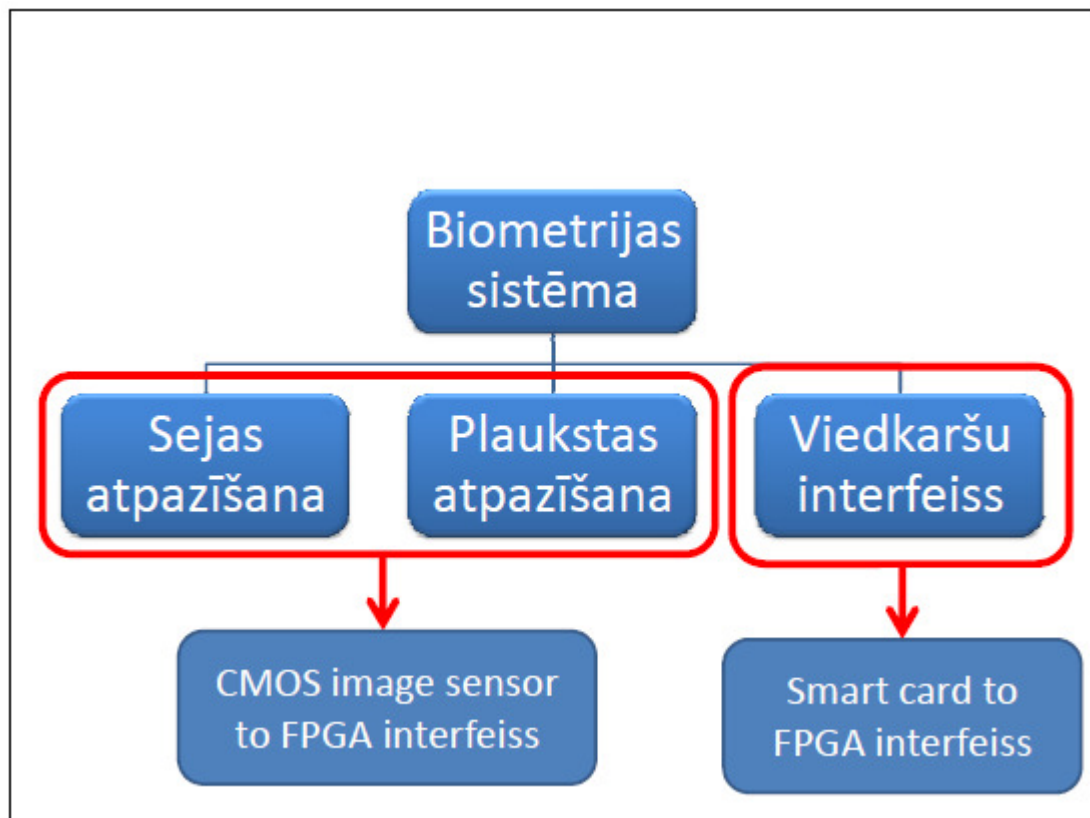
AVG – 0,018%

MAX – 0,063%

- Elastīgas Optimizētas 16 bitu operācijas:

AVG – 1,52%

MAX – 12,79%



Viedkaršu un FPGA interfeiss

