

Multimodālas biometrijas sistēmas tehnoloģijas izveides gaita un rezultāti

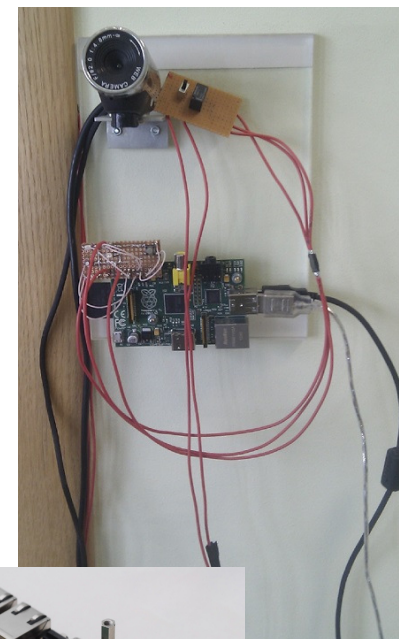
ERAF līdzfinansēts projekts „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai” (BiTe) Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098

Modris Greitāns	projekta zinātniskais vadītājs
Mihails Broitmans	vadošais pētnieks
Rihards Fuksis	pētnieks
Mihails Pudžs	pētnieks
Rinalds Ruskuls	asistents
Zanda Seržāne	asistente
Oļegs Ņikišins	asistents
Artūrs Kadiķis	programmēšanas inženieris
Dāvis Barkāns	elektronikas inženieris
Teodors Eglītis	elektronikas inženieris
Mārtiņš Saulis	informātikas/elektronikas tehniķis

seminārs 3.06.2013, Rīga, Days Hotel VEF

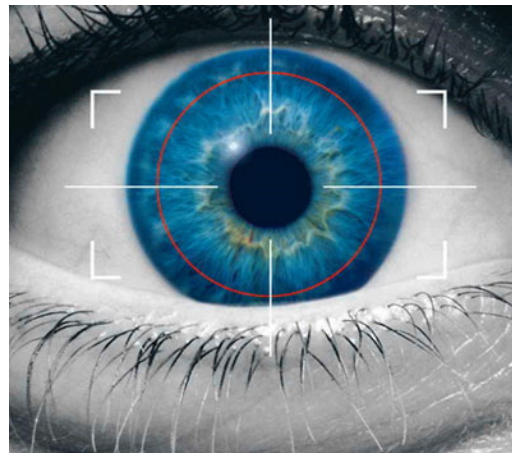
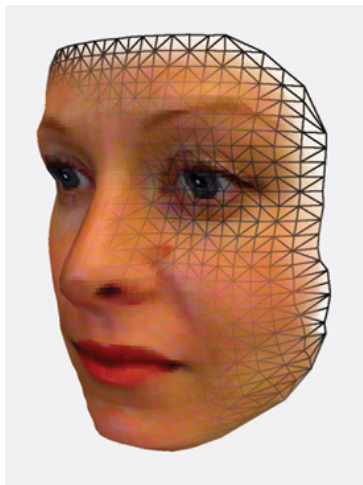
Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai personu autentifikācijai (BiTe)

- **Vispārīgais mērķis** – droša, ērta un plaši pielietojama personu identifikācijas risinājuma izveide.
- **Specifiskais mērķis** – multimodālas biometrijas tehnoloģija, kura balstās uz sejas un plaukstas redzamā un infrasarkanajā apgaismojumā iegūtu attēlu analīzi, un kuras integrēšana viedkaršu autorizācijā novērš karšu izmantošanu bez īpašnieka klātbūtnes.
- **Projekta aktivitātes** – lietišķie pētījumi, eksperimentālā izstrāde, intelektuālā īpašuma tiesību nostiprināšana un projekta vadība un publicitāte.
- **Projekta īstenošanas vieta** – Elektronikas un datorzinātņu institūts
- **Izpildes ilgums** – 36 mēneši (01.01.2011.- 31.12.2013.)
- **Saites**
 - <http://edi.lv/lv/projekti/es-projekti/21110-098/>
 - <http://bite.edi.lv/>



Tehnoloģijas izstrādes aktualitāte

- Identitātes nozagšana ir viens no modernajiem noziegumiem, kas zaglim dod iespēju radīt cilvēkiem finansiālus zaudējumus
- Cilvēki tiek identificēti pēc trīs galvenajiem parametriem:
 - Pēc tā, kas viņiem ir (dokumenti)
 - Pēc tā, ko viņi zina (parole, PIN)
 - Pēc tā, kas viņi ir (viņu ķermenis)
- Biometrija ir zinātne par personu identitātes atpazīšanu pēc to fizioloģiskajām (seja, pirkstu nospiedumi, rokas un plaukstas ģeometrija, acs tīklene) vai uzvedības īpašībām (balss intonācija, gaita, rakstīšanas ritms).
- Radot ērtu, lētu un drošu peronu identifikācijas risinājumu, ir plašas iespējas tie ieviest ikdienas dzīvē – bankās, tirdzniecības vietās, objektu piekļuves un lietošanas kontrolē u.c.



Projekta aktivitātes

- **Rūpnieciskie pētījumi:**

- Sejas un plaukstu attēlu iegūšanas metožu izpēte;
- Biometrisku datu apstrādes algoritmu darbības izvērtēšana dažādos reālos apstākļos iegūtiem attēliem;
- Biometrisku datu iegūšanas algoritmu paralelizācija un implementēšana programmējamajos loģiskajos masīvos;
- Biometrisku datu kriptēšanas, glabāšanas un lietojuma apakšsistēmas projektēšana un tās sadarbības mehānisma ar viedkaršu personalizācijas sistēmu nodrošināšana.

- **Eksperimentālā izstrāde:**

- Multimodālas biometrijas tehnoloģijas koncepta definēšana;
- Eksperimentālā maketa iespiedplates izveidošana;
- Tehnoloģijas demonstratora eksperimentālā maketa montēšana, mehāniskās konstrukcijas izveide un aparatūras daļas noskaņošana;
- Algoritmu implementēšana eksperimentālajā maketā, programmatūras noskaņošana, viedkaršu adaptācija biometrisku datu glabāšanai, nolasīšanai un salīdzināšanai;
- Kompleksa multimodāla biometrijas tehnoloģijas demonstratora testēšana un atklūdošana;
- Multimodālas biometrijas tehnoloģijas pielietojuma demonstrēšana ar viedkaršu personalizācijas sistēmu.



Problēmas un to risinājumi

- **Automātiska sejas atpazīšana:** detektēšanas un atpazīšanas algoritmi implementācijai iegultās sistēmās;
- **Plaukstu ģeometrisku izmēru iegūšana:** plaukstu parametru noteikšana un atrašana;
- **Plaukstu rievu un asinsvadu attēlu iegūšana:** bispektrālā attēlu iegūšana;
- **Attēlu apstrādes algoritmu sarežģītība:** ātrie algoritmi, efektīva kodēšana;
- **Biometrijas datu šifrēšana un datu droša salīdzināšana:** Biohash algoritms un viedkartes.
- **Multimodālo biometrijas datu sapludināšana un lēmuma pieņemšana**



Rezultāti

- **Publikācijas**

- Rihards Fuksis, Arturs Kadikis, and Modris Greitans "Biohashing and Fusion of Palmprint and Palm Vein Biometric Data", International Conference on Hand-based Biometrics, ICHB2011, Hong Kong, China, November 17-18, 2011, pp. 268-273
- Mihails Pudzs, Rihards Fuksis and Modris Greitans "Palmprint Image Processing With Non-Halo Complex Matched Filters For Forensic Data Analysis", International Workshop on Biometrics and Forensics, IWBF 2013, Lisbon, Portugal, April 4-5, 2013

- **Patents**

- Iesniegts starptautiskā patenta pieteikums Nr.PCT/LV2012/000005 „Biometric authentication apparatus and biometric authentication method”, ar kuru tiek aizsargātas projekta pētījumu oriģinālo rezultātu intelektuālā īpašuma tiesības. 12.10.2012. saņemts PCT pozitīvs atzinums.



Publicitāte

- **7.10.2011.g.** Televīzijas kanālā TV3 raidījuma "Bez Tabu" ietvaros tika rādīts sižets par biometrijas pētījumiem saistībā ar projekta ietvaros veiktajām izpildītāju aktivitātēm:
<http://www.tv3play.lv/play/255419/>
- **14.10.2011.g.** Interneta saitē www.business.delfi.lv tika publicēts raksts "Pirkstu nospiedumu vietā - cilvēku identifikācija pēc asinsvadiem":
<http://business.delfi.lv/liaa/pirkstu-nospiedumu-vieta-cilveku-identifikacija-pec-asinsvadiem.d?id=41178811>
- **24.08.2012.** MixTV ziņu 07:22 minūtē reportāža par institūtā īstenotajiem Eiropas savienības struktūrfondu līdzfinansētajiem projektiem, t.sk. BiTE:
<http://www.mixtv.lv/mixtv/novosti/1939>
- **16.09.2012.** LTV1 raidījumā "Eirobusiņš" reportāža par institūtā īstenotajiem Eiropas Savienības struktūrfondu līdzfinansētajiem projektiem. Raidījuma 15:07 minūtē tika stāstīts par projektā BiTe šobrīd sasniegtajiem rezultātiem:
<http://www.ltv.lv/video/eirobusinsh/15220/eirobusinsh-16.09.2012./>
- **5.-6.10.2012.** Projekta BiTe izpildītāji M.Greitāns, R.Fuksis, M.Pudžs, R.Ruskuls, A.Kadiķis, D.Barkāns un T.Eglītis piedalījās Starptautiskajā izgudrojumu izstādē "MINOX 2012", kas notika Rīgā, Kaļķu ielā 1, prezentējot izgudrojumu "Plaukstas biometrisko parametru atpazīšanas sistēma". Projektam tika piešķirta "Dienas biznesa" speciālbalsa:
[Dienas biznesa speciālbalsa](#)



Paldies par uzmanību!



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



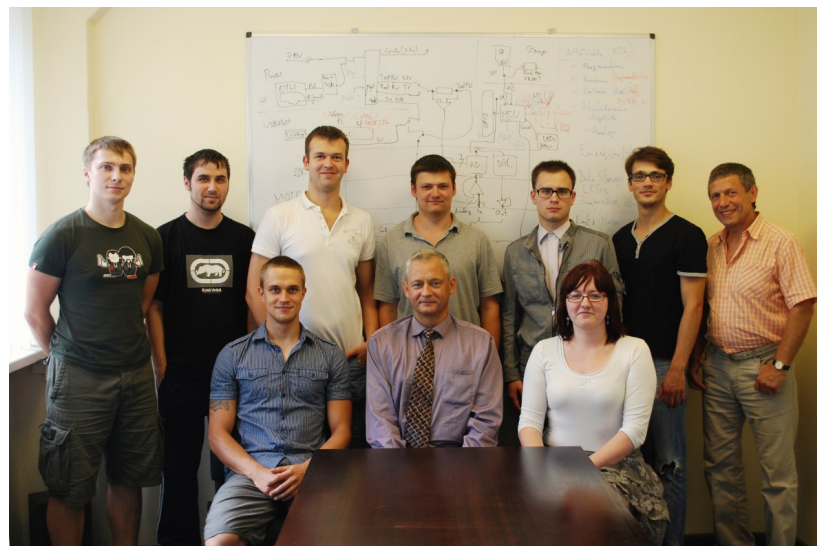
EIROPAS SAVIENĪBA

Kontakti:

Modris_Greitans@edi.lv

bite@edi.lv

67558155



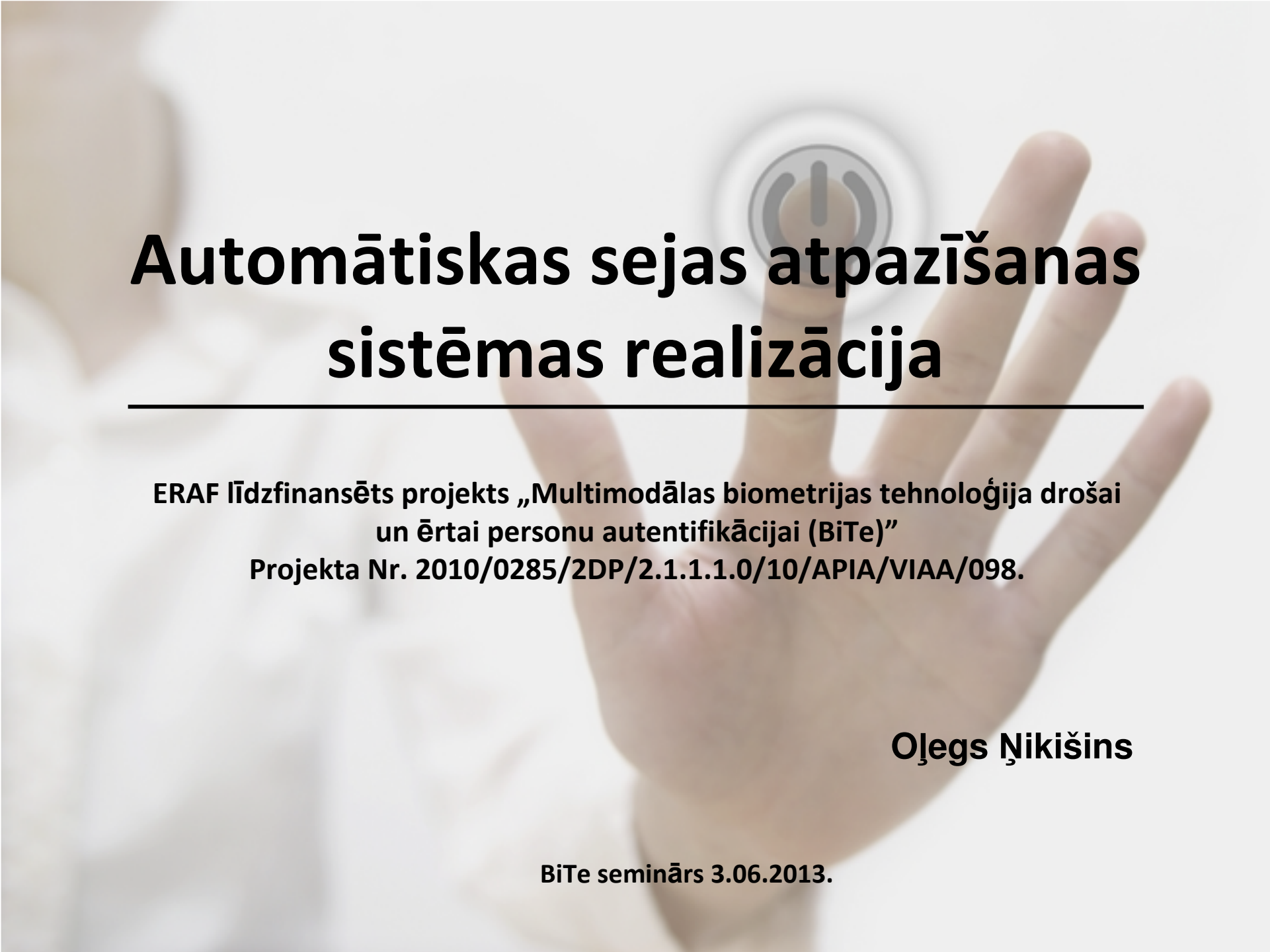
ERAF līdzfinansēts projekts „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai personu autentifikācijai” (BiTe) Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098

Modris Greitāns

BiTe Seminārs 3.06.2013.

ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS





Automātiskas sejas atpazīšanas sistēmas realizācija

**ERAF līdzfinansēts projekts „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai
un ērtai personu autentifikācijai (BiTe)”**

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

Oļegs Nikišins

BiTe seminārs 3.06.2013.

Prezentācijas tematika

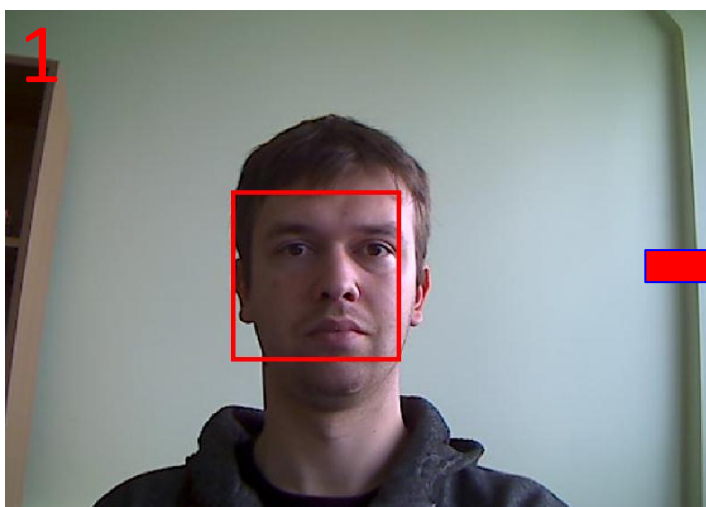
- Iegultas automātiskas sejas atpazīšanas sistēmas algoritmiskā bāze:
 - sejas detektēšana
 - acu detektēšana / sejas centrēšana (??)
 - sejas atpazīšana
- Algoritmu ātrdarbības palielināšana (iegultajās sistēmās skaitļošanas resursi ir ierobežoti)
- Automātiskas sejas atpazīšanas sistēmas precizitātes analīze



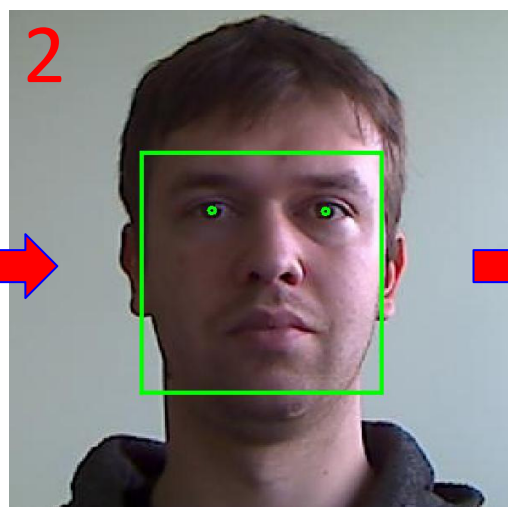
Automātiskais sejas atpazīšanas algoritms

Pirmā koncepcija (PC - based):

Sejas detektēšana



Sejas centrēšana
/ acu detektēšana



Sejas atpazīšana



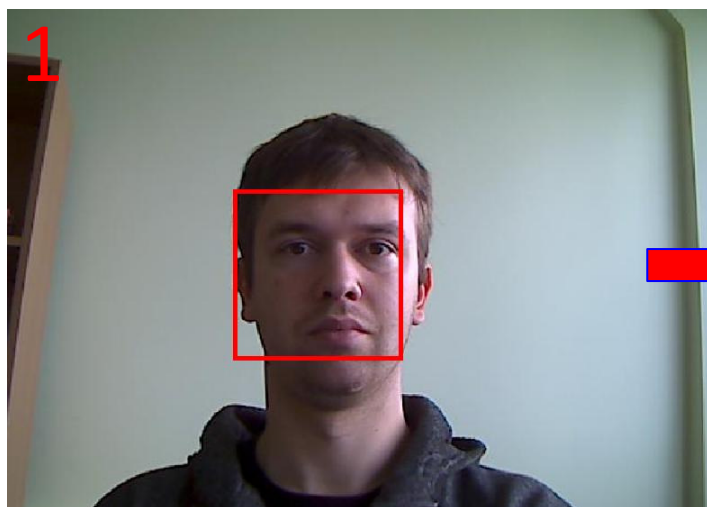
- 1) **Sejas detektēšana** ļauj **aptuveni** noteikt sejas pozīciju un izmēru ieejas attēlā.
- 2) **Sejas centrēšana** ļauj **precizēt** sejas pozīciju, izmēru un rotācijas leņķi ieejas attēlā balstoties uz atskaites punktiem (acu zīlīšu koordinātes).
- 3) **Sejas atpazīšana** – sejas attēla parametru salīdzināšana ar datubāzi ar mērķi identificēt personu.



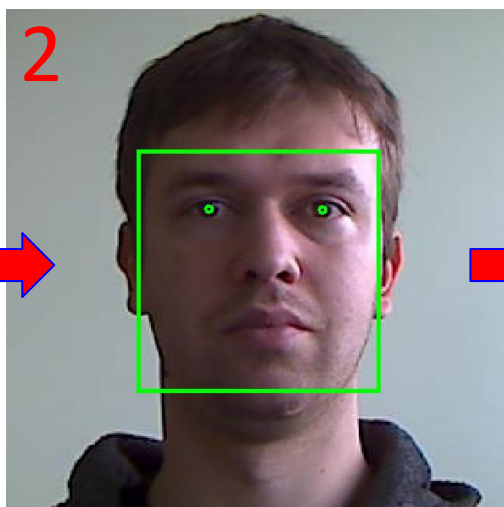
Automātiskais sejas atpazīšanas algoritms

Otrā koncepcija (ievērojot ierobežotus resursus):

Sejas detektēšana



Sejas centrēšana
/ acu detektēšana



Sejas atpazīšana



- Ieejas attēla izšķirtspēja:
320 x 240 pikseļi
- Sejas reģiona izmērs:
~100 x 100 pikseļi



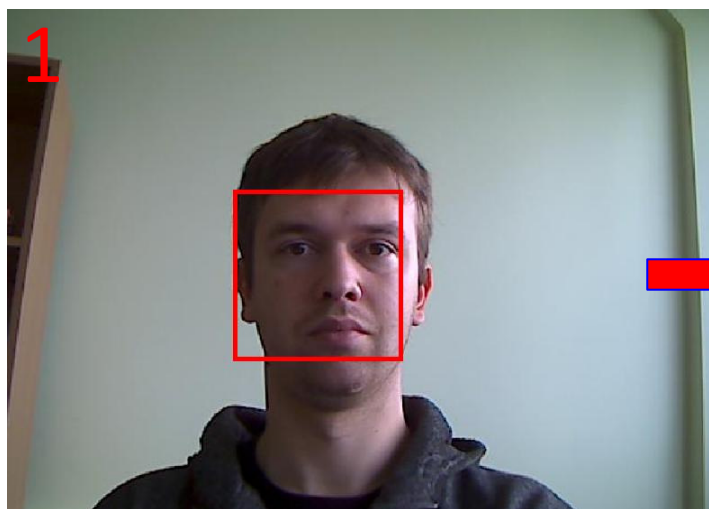
Acu attēlu izšķirtspēja ir neliela, kas būtiski pazemina acu detektora precizitāti
(~ **60 – 70** %)



Automātiskais sejas atpazīšanas algoritms

Otrā koncepcija (ievērojot ierobežotus resursus):

Sejas detektēšana



~~Sejas centrēšana
/ acu detektēšana~~

Sejas atpazīšana



- Ieejas attēla izšķirtspēja:
320 x 240 pikseļi
- Sejas reģiona izmērs:
~100 x 100 pikseļi

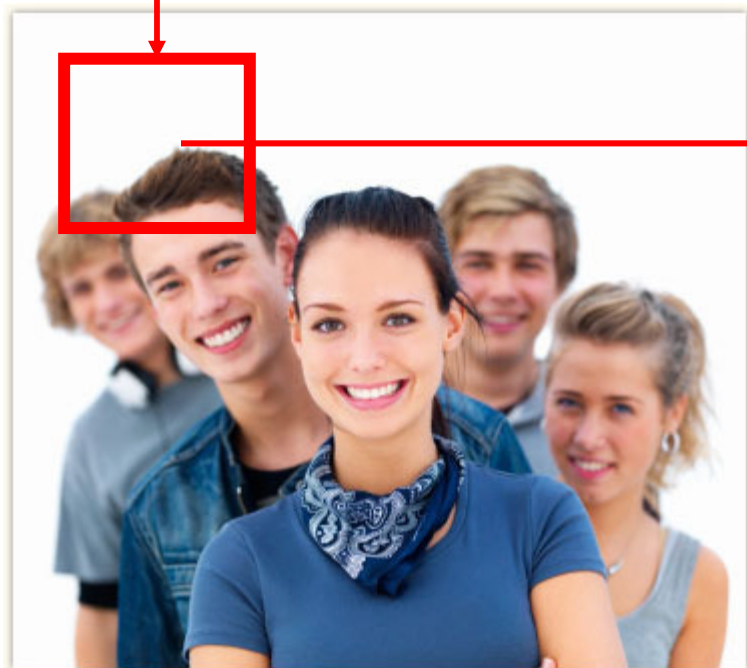


Acu attēlu izšķirtspēja ir neliela, kas būtiski pazemina acu detektora precizitāti (~ 60 – 70 %)



Sejas detektēšana

Skenēšanas logs



Ieejas attēls

Katrā loga pozīcijā
tiek rēķināti reģiona
parametri
(piemēram,
histogrammas)

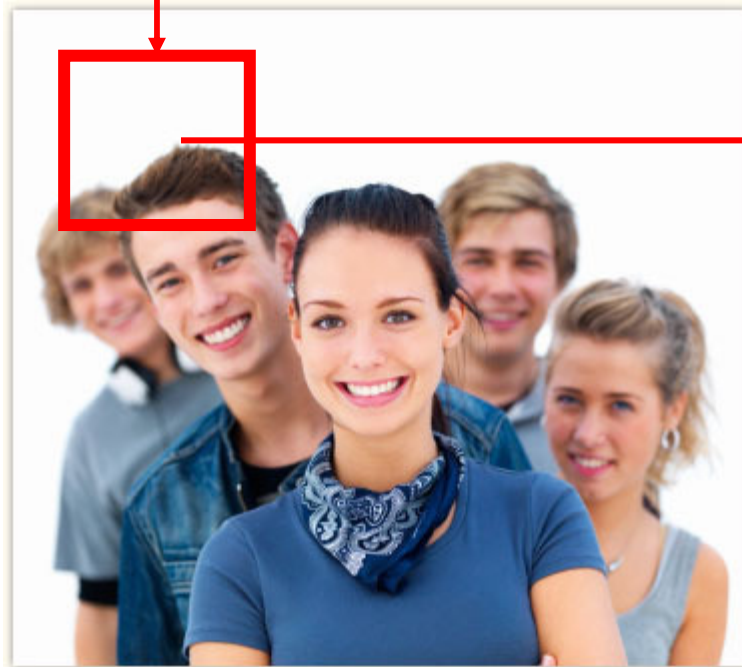
Balstoties uz parametru
vērtībām tiek paņemts
viens no sekojošiem
lēmumiem:

- objekts logā **ir** seja
- objekts logā **nav** seja



Sejas detektēšana

Skenēšanas logs



leejas attēls

Katrā loga pozīcijā
tiek rēķināti reģiona
parametri
(piemēram,
histogrammas)

Klasifikators

ir seja

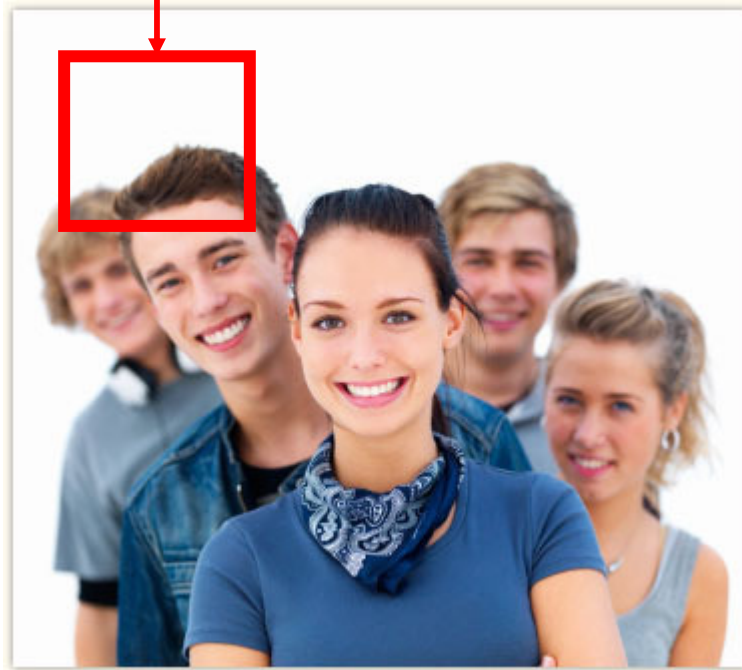
nav seja

Klasifikatoru ir
nepieciešams
apmācīt ar **sejas**
un **ne-sejas**
piemēriem



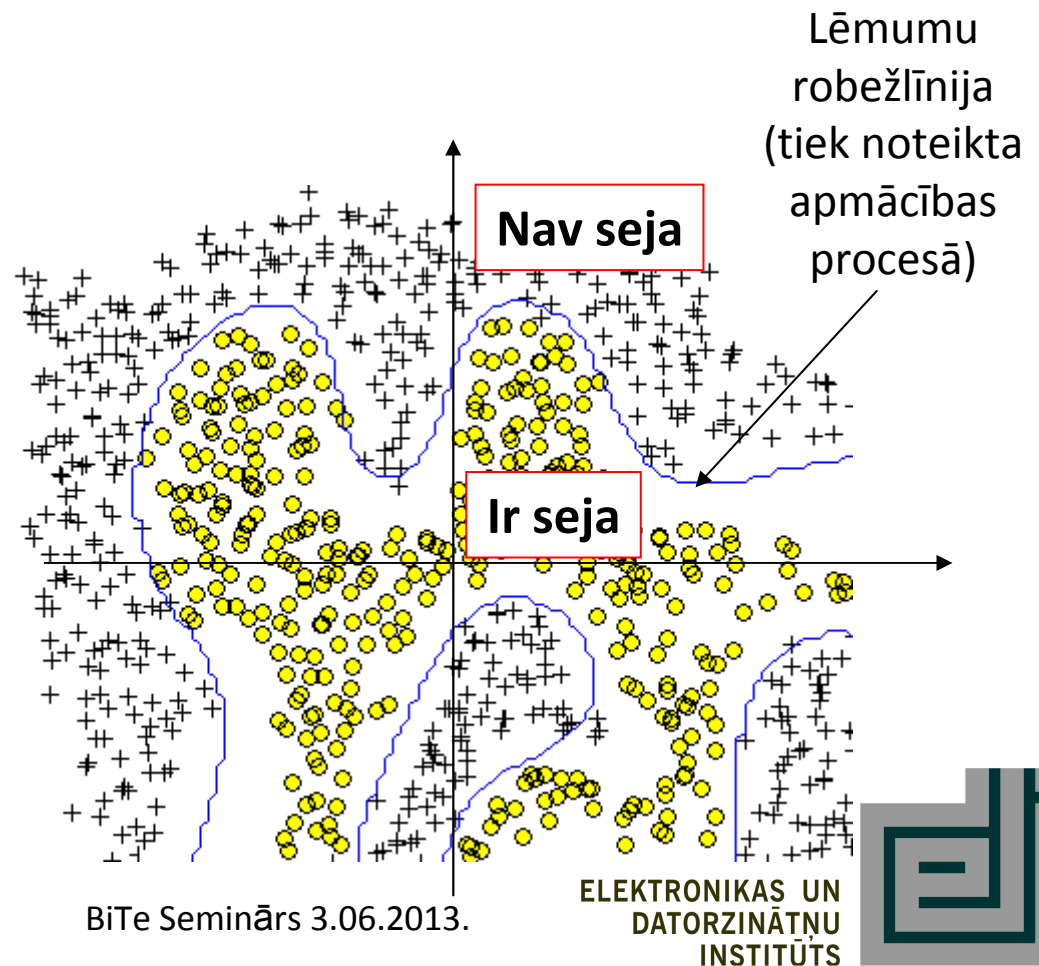
Sejas detektēšana

Skenēšanas logs



Ieejas attēls

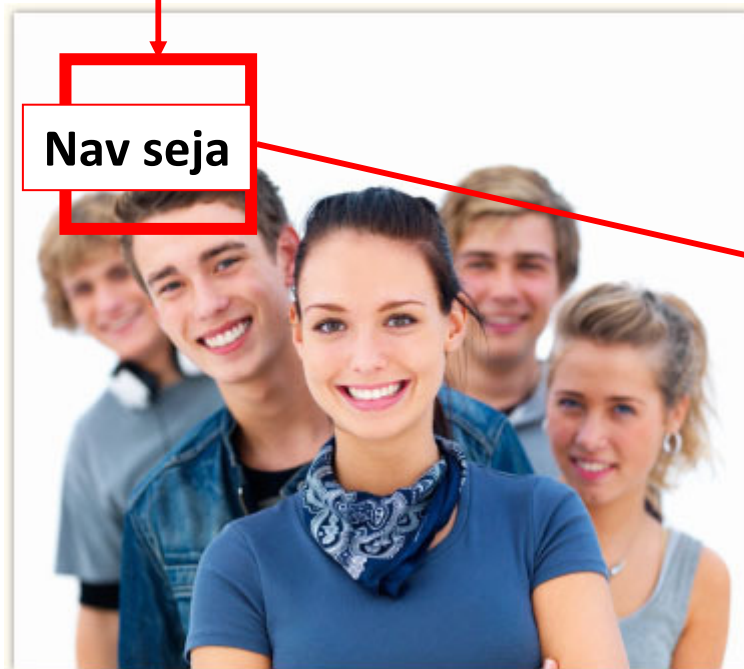
Pieņemsim, ka katrā loga pozīcijas tiek aprēķināti **divi** parametri (piemēram, divu krasu komponentu vidējās vērtības)



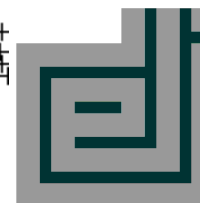
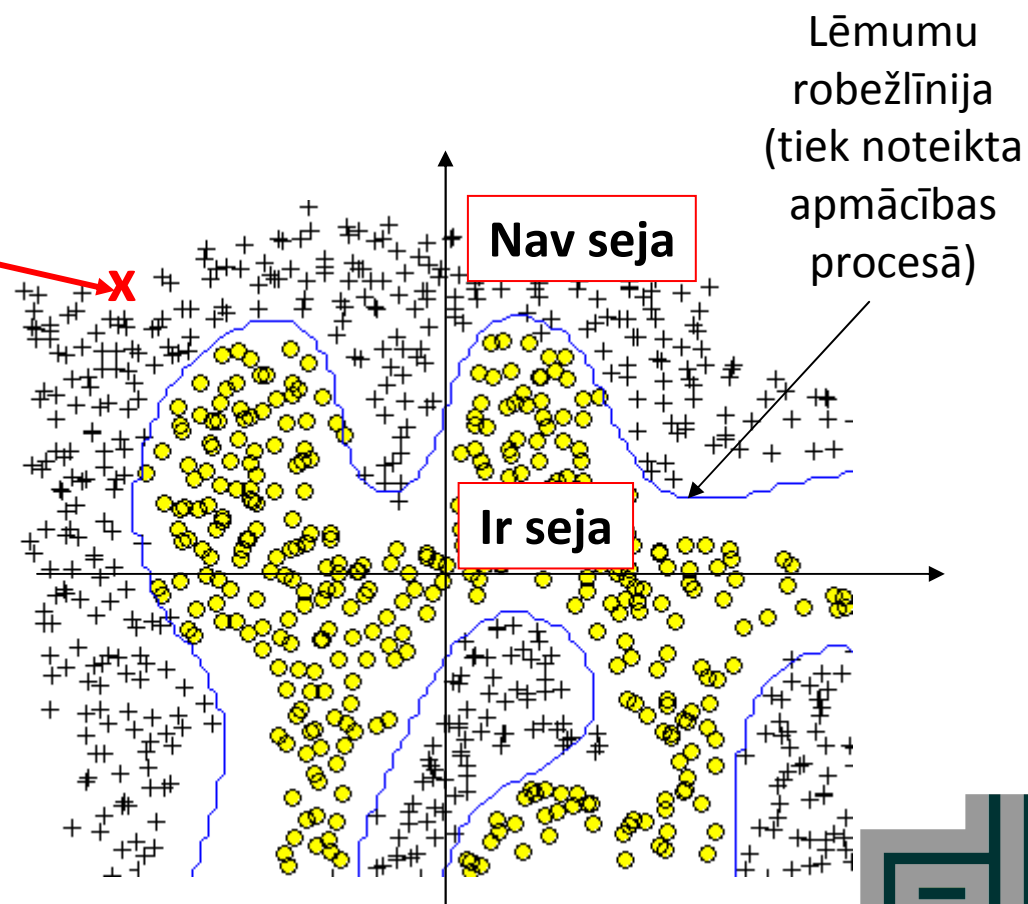
Sejas detektēšana

Pieņemsim, ka katrā loga pozīcijas tiek aprēķināti **divi** parametri (piemēram, divu krasu komponentu vidējās vērtības)

Skenēšanas logs



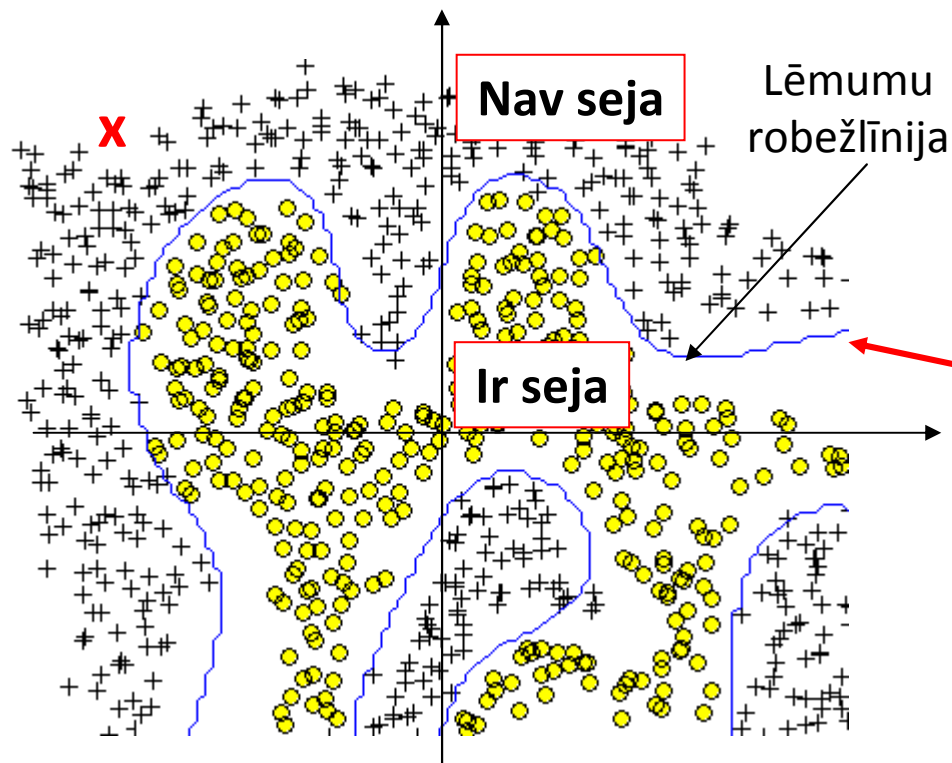
Ieejas attēls



Sejas detektēšana (klasifikators)

Nelineārie klasifikatori:

- Mākslīgais neironu tīkls
- Support Vector Machines



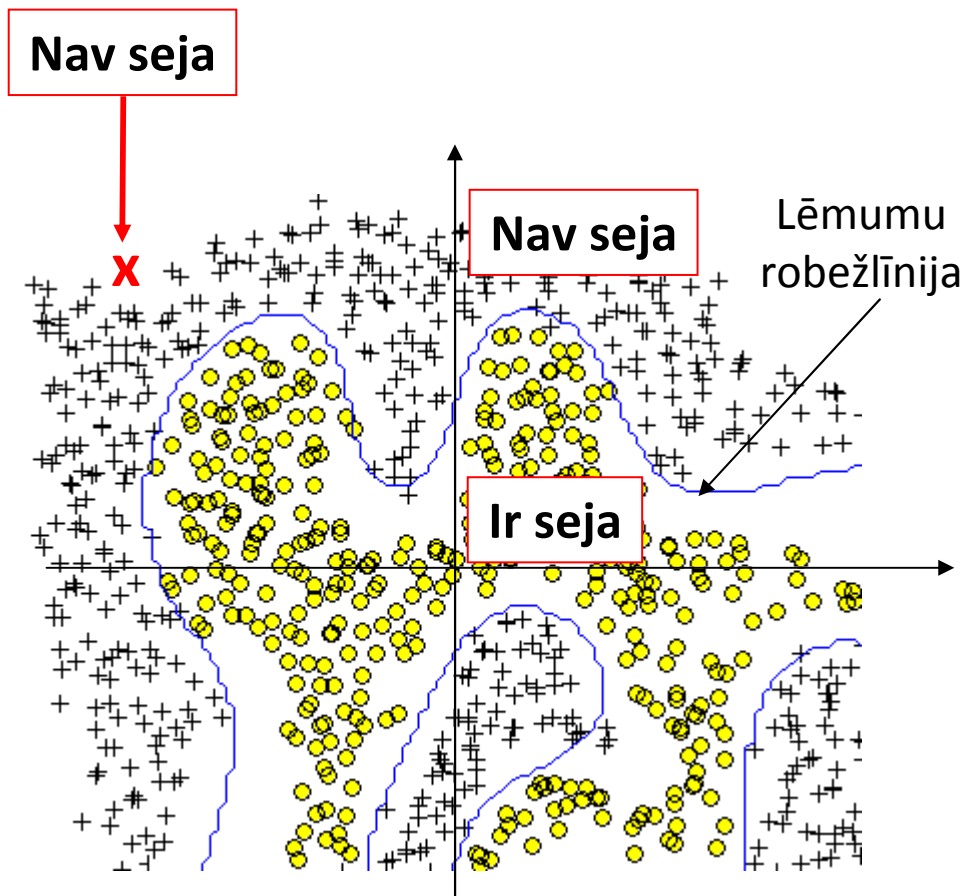
Katrā skenēšanas loga pozīcijā ir nepieciešams rēķināt komplicētu **nelineāru** funkciju

Klasifikators ir **precīzs**, bet **lēns**



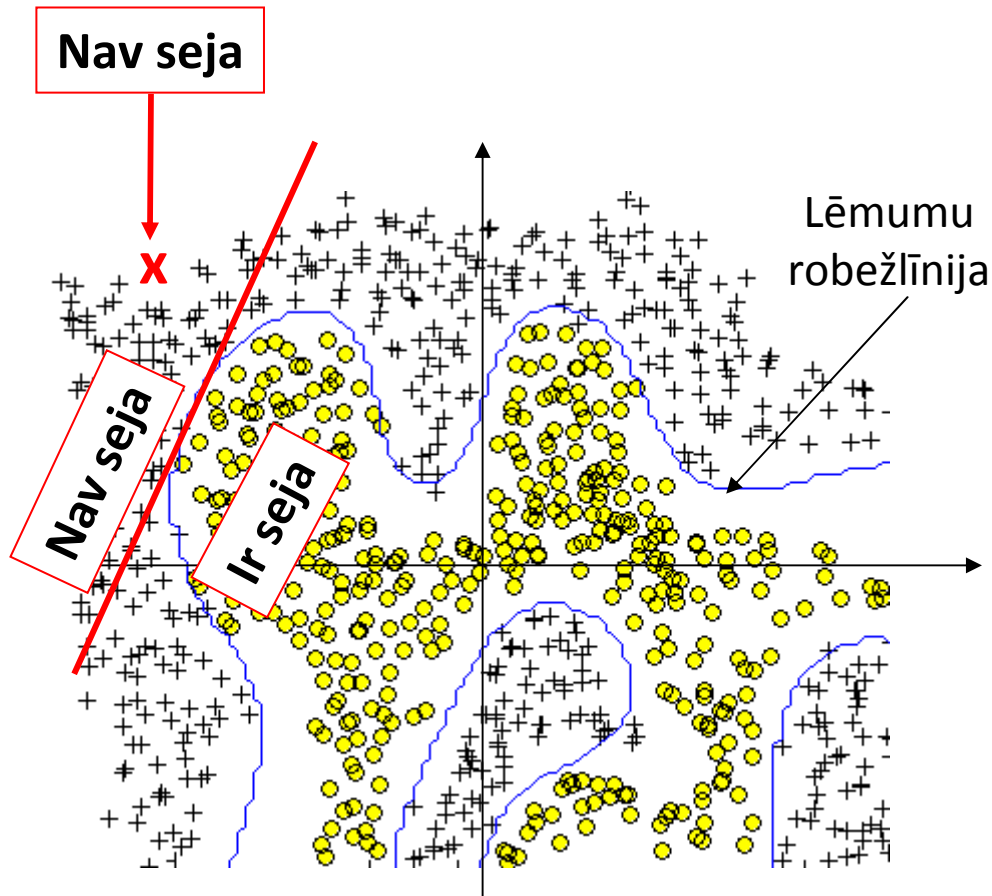
Sejas detektēšana (klasifikators)

Kā paātrināt klasifikatoru?

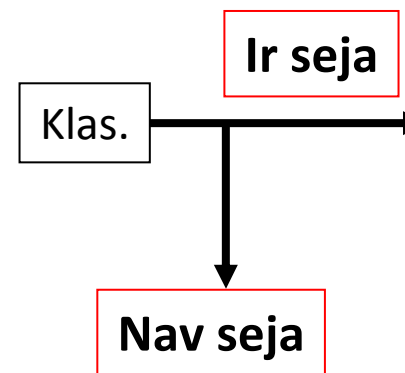


Sejas detektēšana (klasifikators)

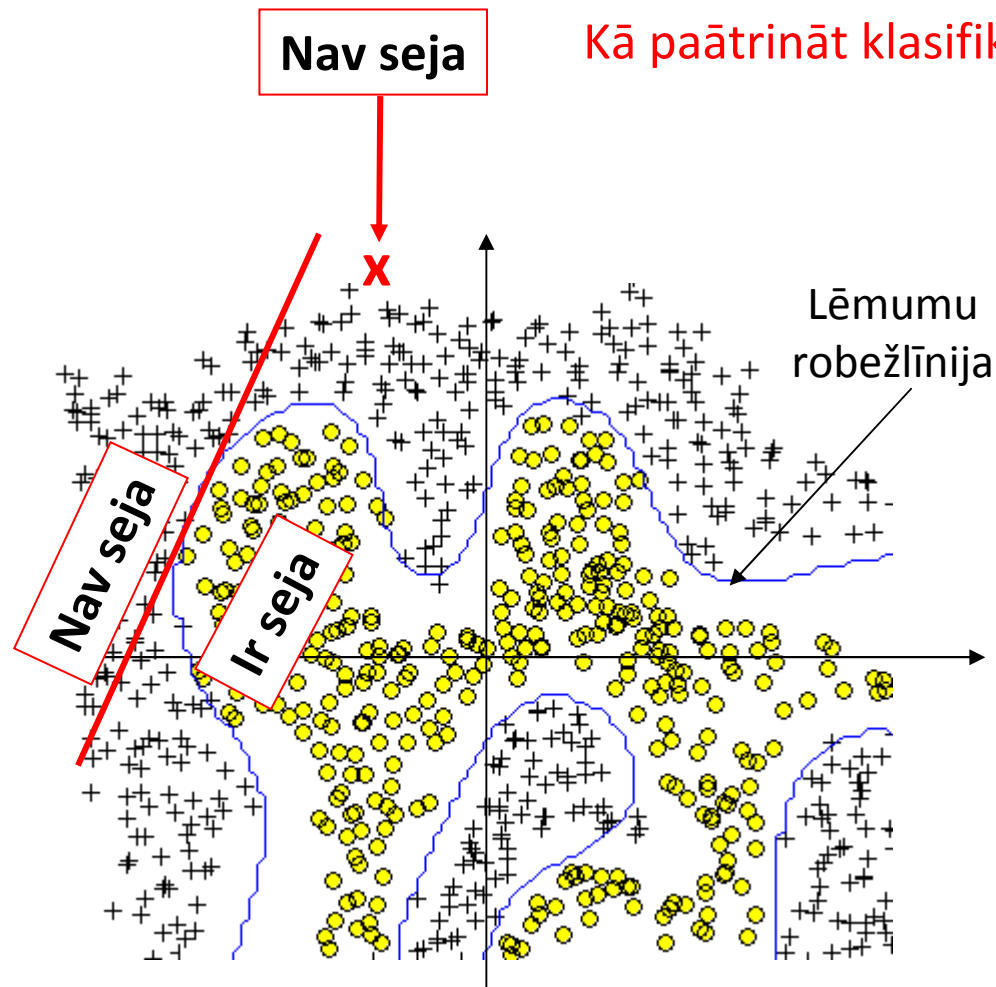
Kā paātrināt klasifikatoru?



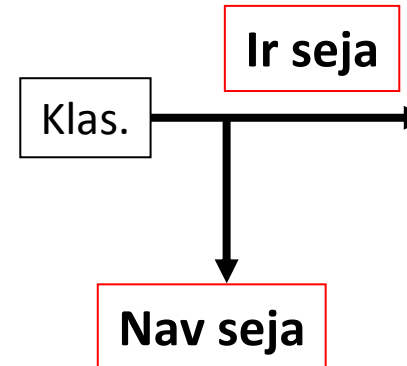
Izmantojot lineāro klasifikatoru kaskādi:



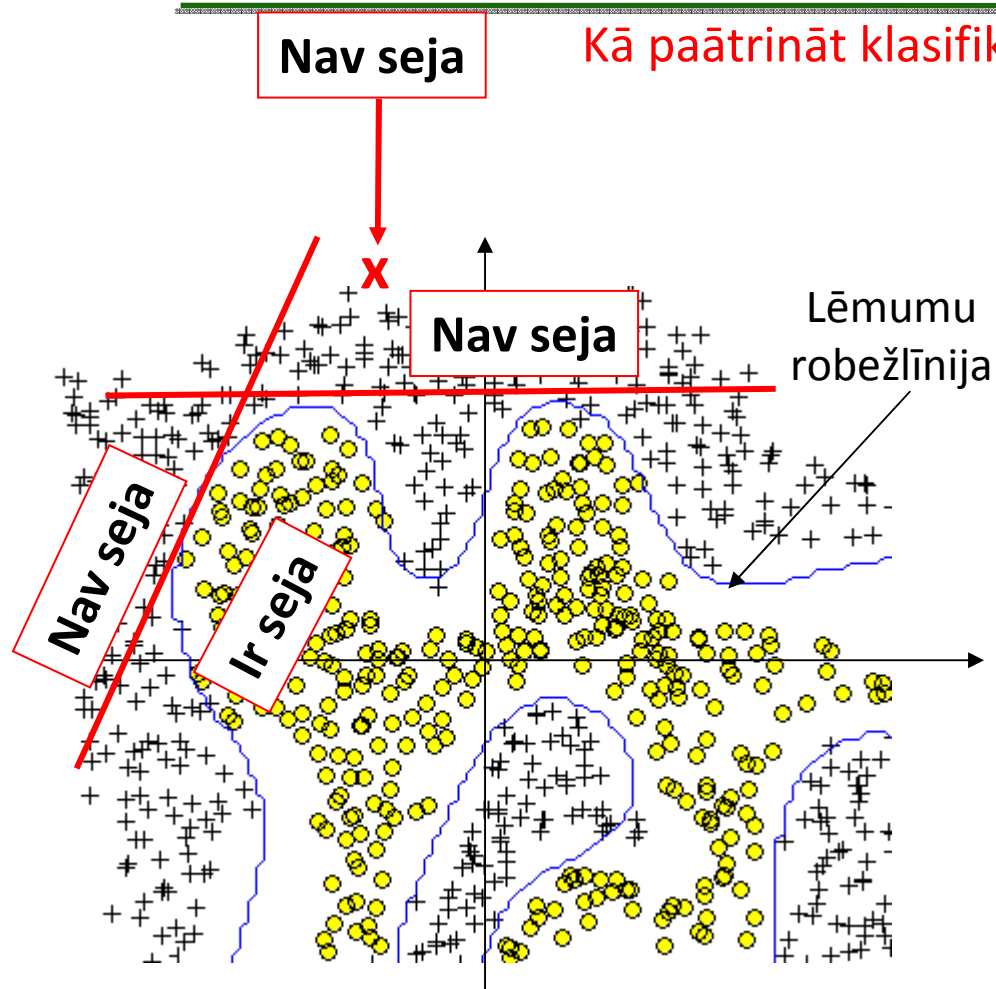
Sejas detektēšana (klasifikators)



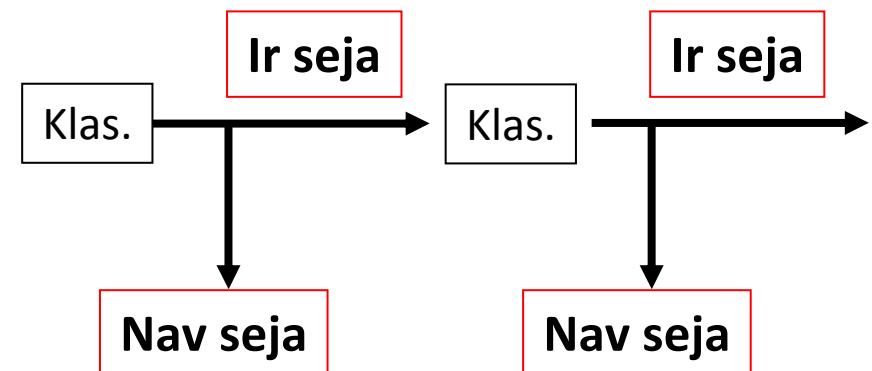
Izmantojot lineāro klasifikatoru kaskādi:



Sejas detektēšana (klasifikators)

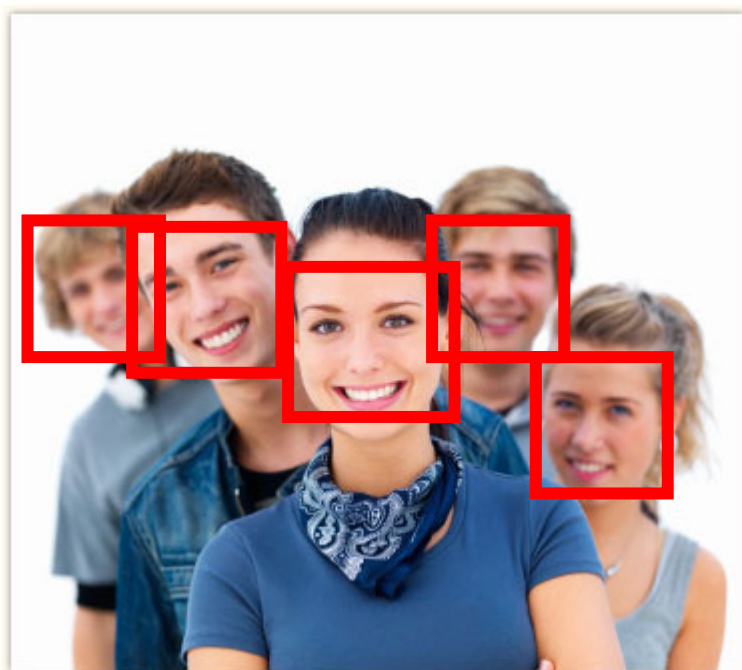


Izmantojot lineāro klasifikatoru kaskādi:



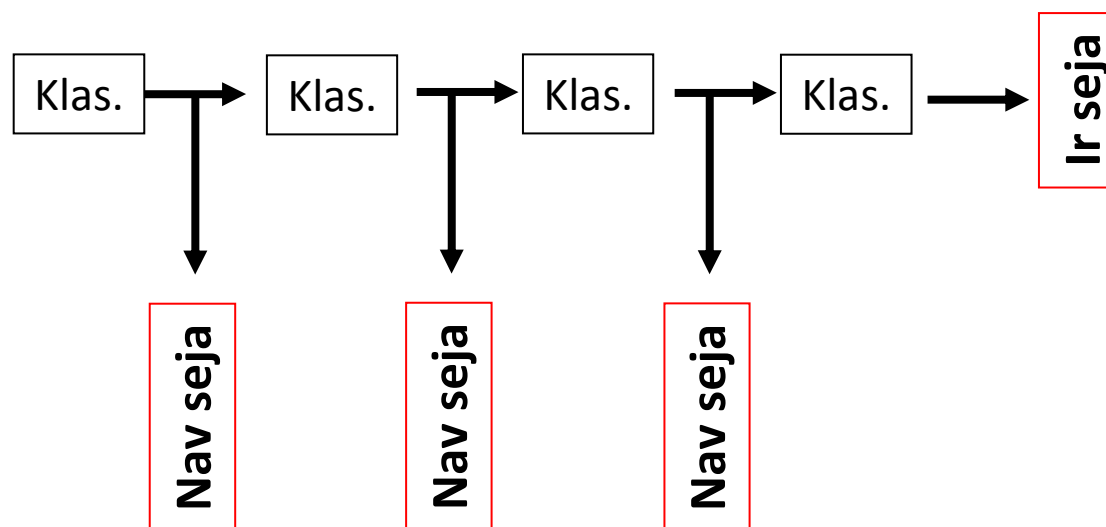
Sejas detektēšana (klasifikators)

Kā paātrināt klasifikatoru?



leejas attēls

Izmantojot lineāro klasifikatoru kaskādi:



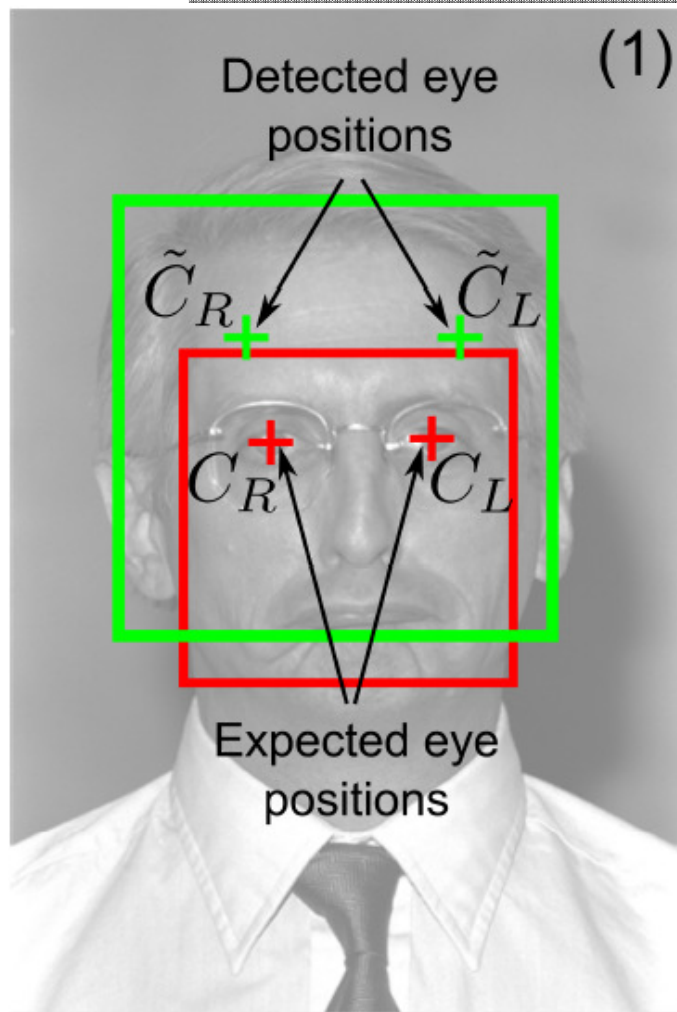
Sejas detektēšana (klasifikators)



- Šī datubāze ir “standarts” sejas atpazīšanas sistēmu testēšanā.
- Izveidota 1996.gadā.
- 2003.gadā nopublicēta datubāzes versija ar krāsainiem, augstas izšķirtspējas attēliem – Color FERET.
- Cilvēku skaits – 994, attēlu skaits – 11338
- Frontālo attēlu skaits – **2722** (**fa** un **fb**).
- Attēlu izmērs 768 x 512

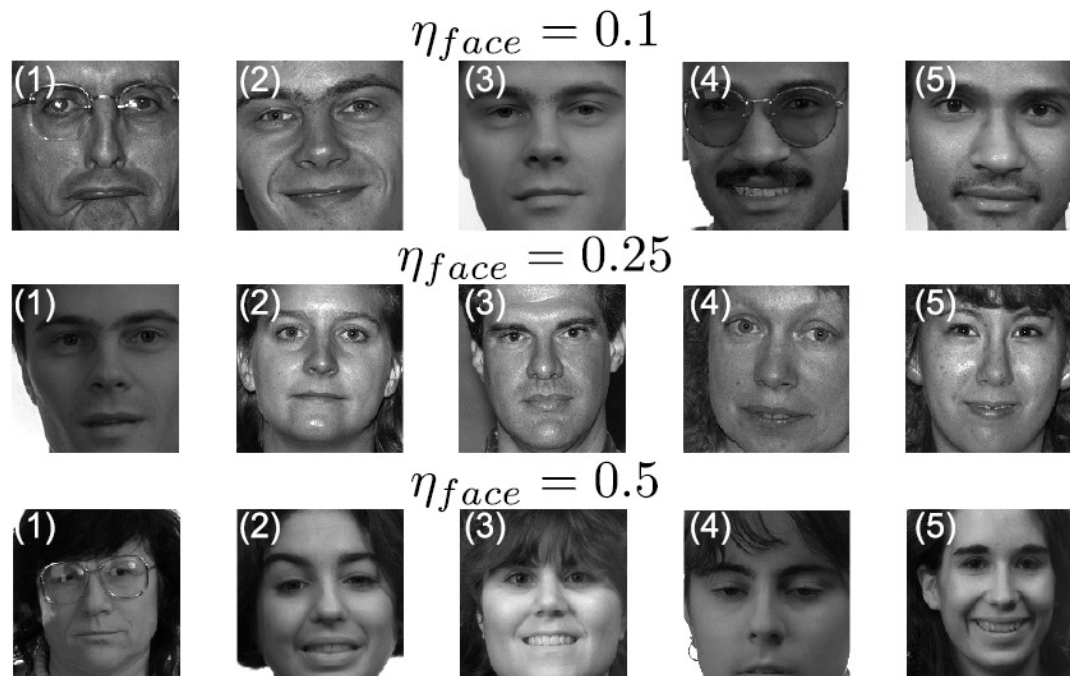


Sejas detektēšana

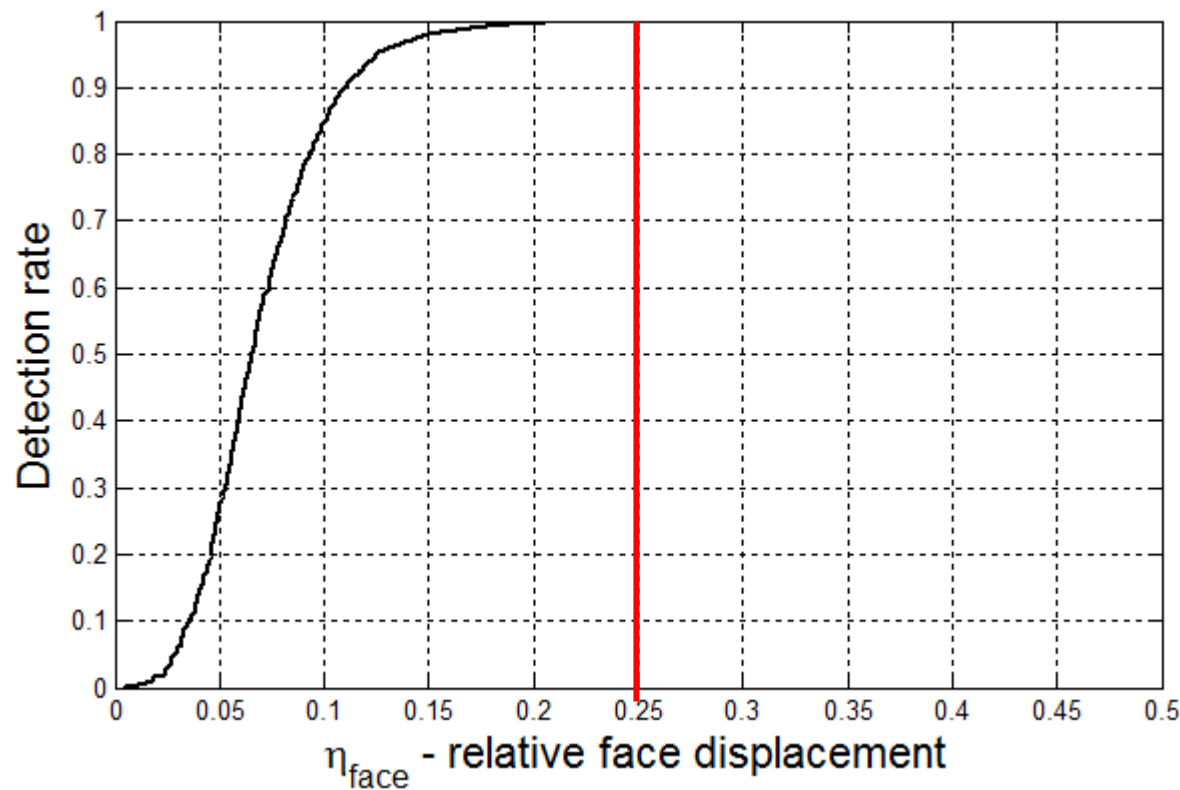


$$\eta_{face} = \frac{\max(d(C_L, \tilde{C}_L), d(C_R, \tilde{C}_R))}{d(C_L, C_R)}$$

Detektēšana ir korekta, ja kļūda ≤ 0.25



Sejas detektēšana



Sejas detektora
precizitāte pie kļūdas
vērtības 0.25:

99.9 %

Testējot uz color
FERET datubāzes
(2722 sejas attēli)





Threshold
Sliekšņošana

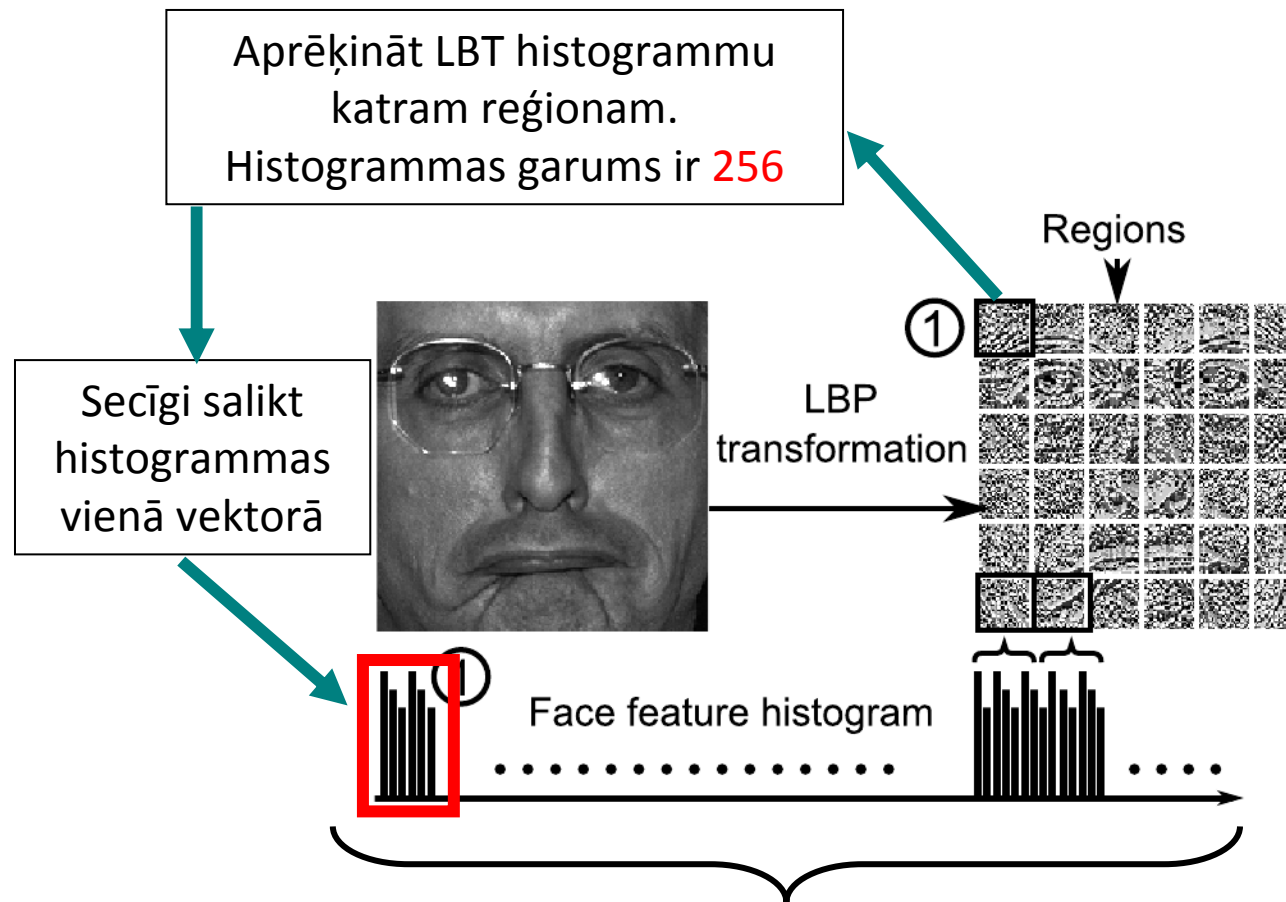
LBP label decimal value: 241

241

LBP image

LBT (LV) = LBP (ENG) – Local Binary Patterns

Sejas atpazīšana



LBT sejas vektora garums: $N = 16384$



Sejas atpazīšana

Datubāze



Testējamais
attēls

Atpazīšanas stadija:

Salīdzināt testējamā objekta **LBT histogrammu** ar datubāzes histogrammām.

➤ parasti tiek izmantots “**Tuvāko Kaimiņu Klasifikators**” (Nearest Neighbour Classifier - NNC). Tuvāko kaimiņu var noteikt, piemēram, ar Eiklīda attālumu.



Sejas atpazīšana

- Testējot uz color FERET datubāzes (993 personas) atpazīšanas precizitāte ir:

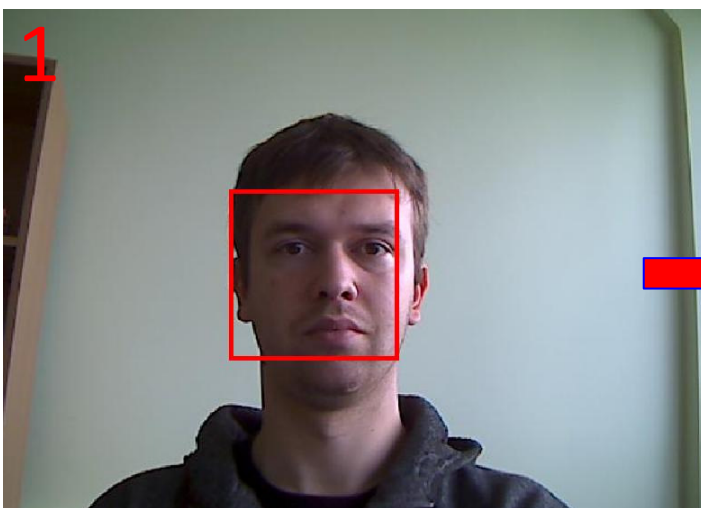
99.3 %

- Algoritms labi piemērots iegultām sistēmām:
 - Sejas attēlu izmēri ir tikai 100 x 120 pikseļi
 - LBT histogrammu aprēķināšana ir ļoti vienkāršs un ātrs process

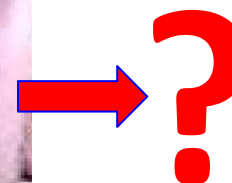


Automātiskais sejas atpazīšanas algoritms

Sejas detektēšana:
precizitāte ir 99.9 %



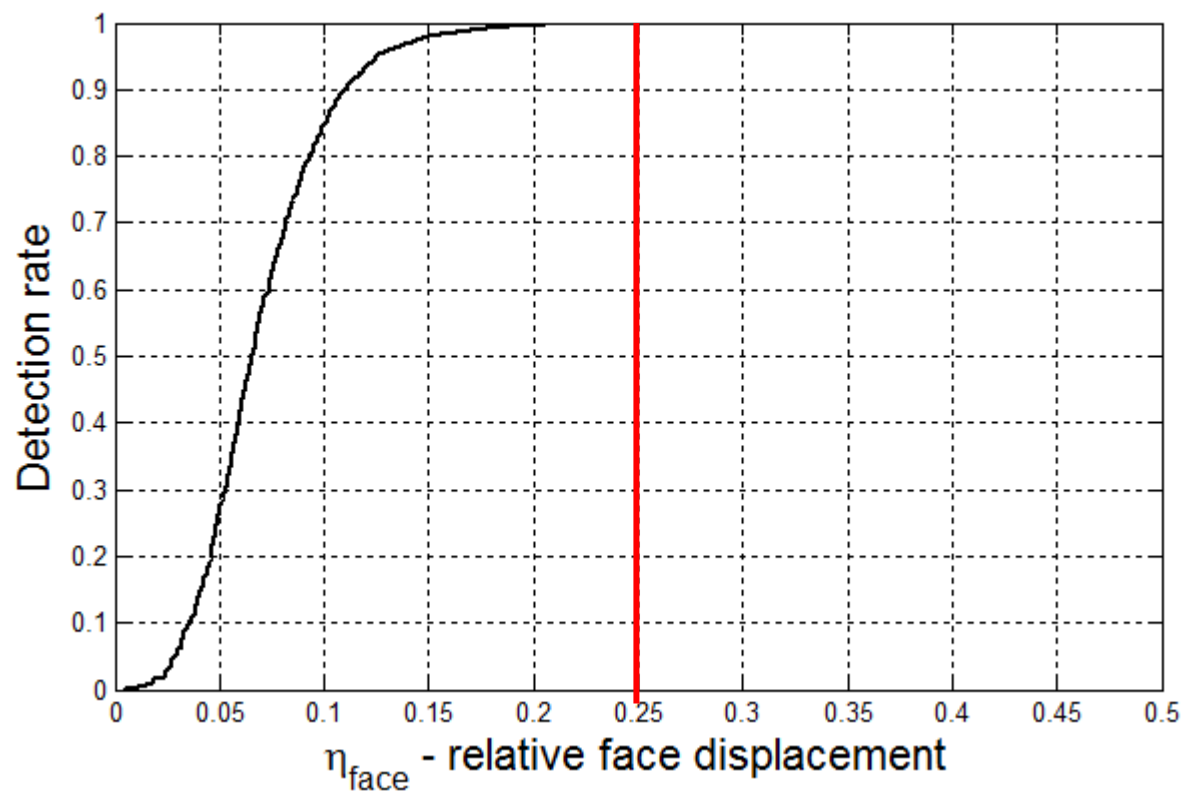
Sejas atpazīšana:
precizitāte ir 99.3%



Kāda ir kopējā sistēmas precizitāte?



Sejas detektēšana

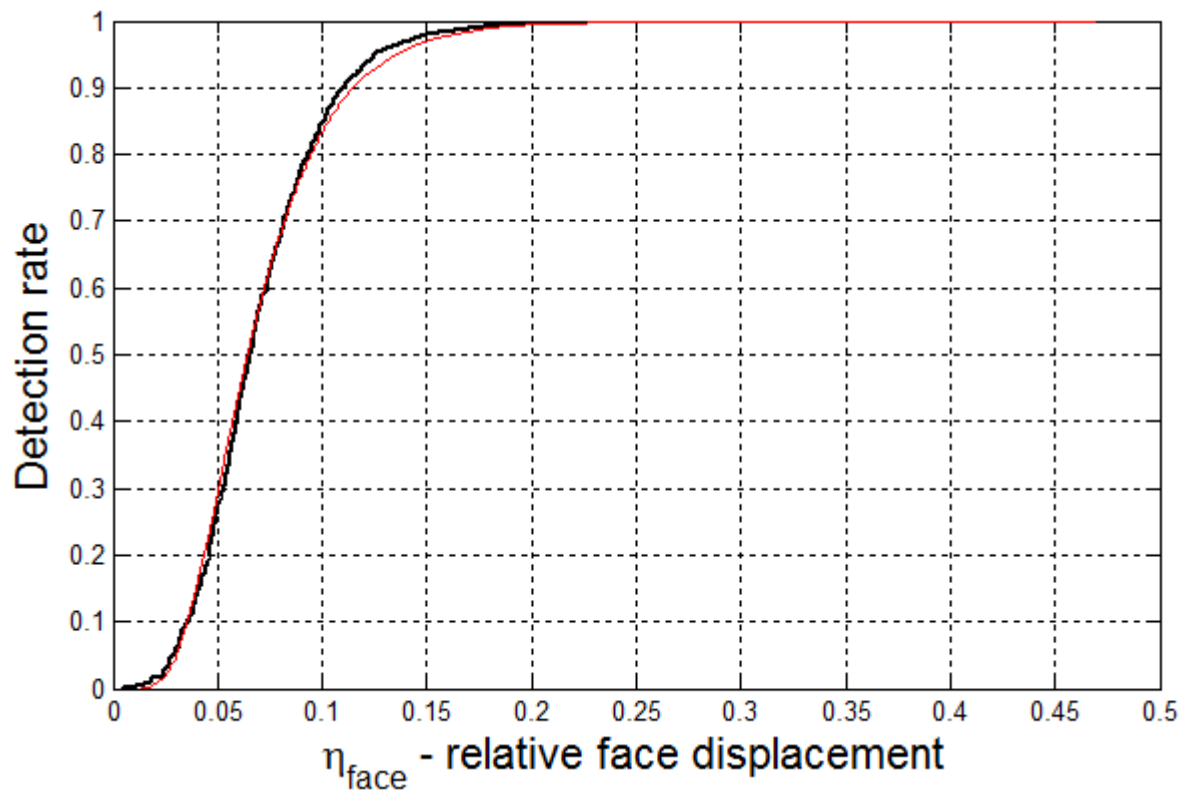


Sejas detektora
precizitāte pie kļūdas
vērtības 0.25:

99.9 %



Sejas detektēšana



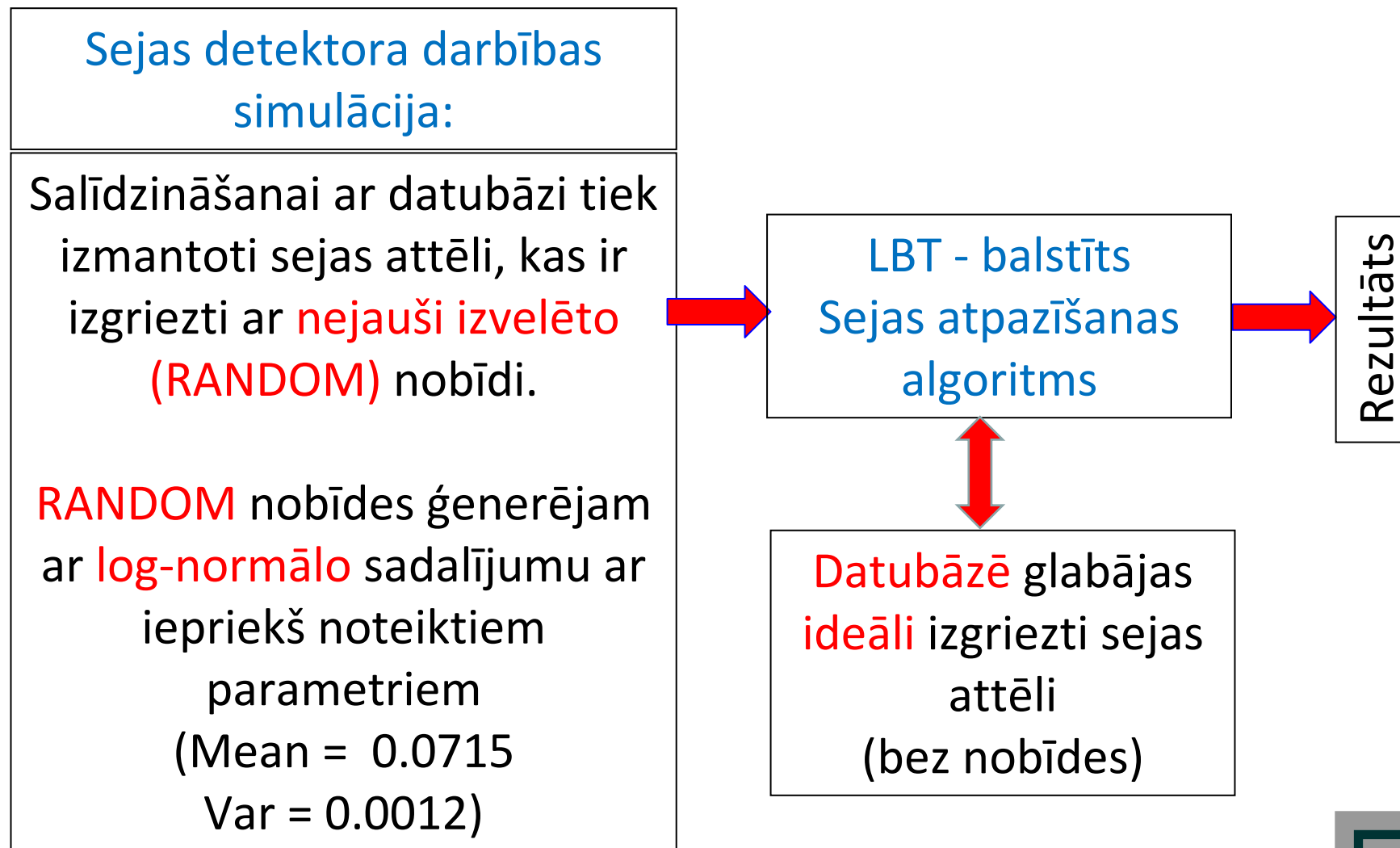
Sejas detektora kļūdai ir **log-normālais** sadalījums ar noteiktiem parametriem:

Mean = 0.0715

Var = 0.0012

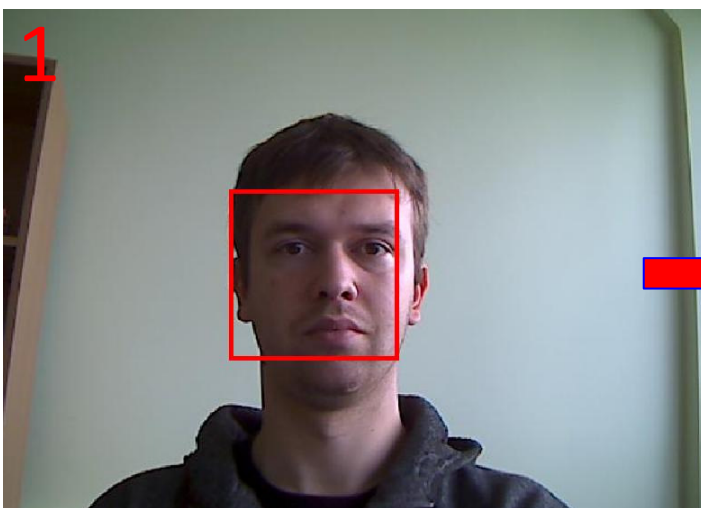


Automātiskais sejas atpazīšanas algoritms

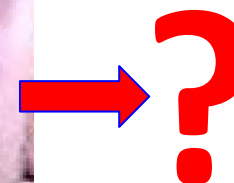


Automātiskais sejas atpazīšanas algoritms

Sejas detektēšana:
precizitāte ir 99.9 %



Sejas atpazīšana:
precizitāte ir 99.3%



Kopējā sistēmas precizitāte:
 $96.5 \pm 0.2 \%$



Paldies!

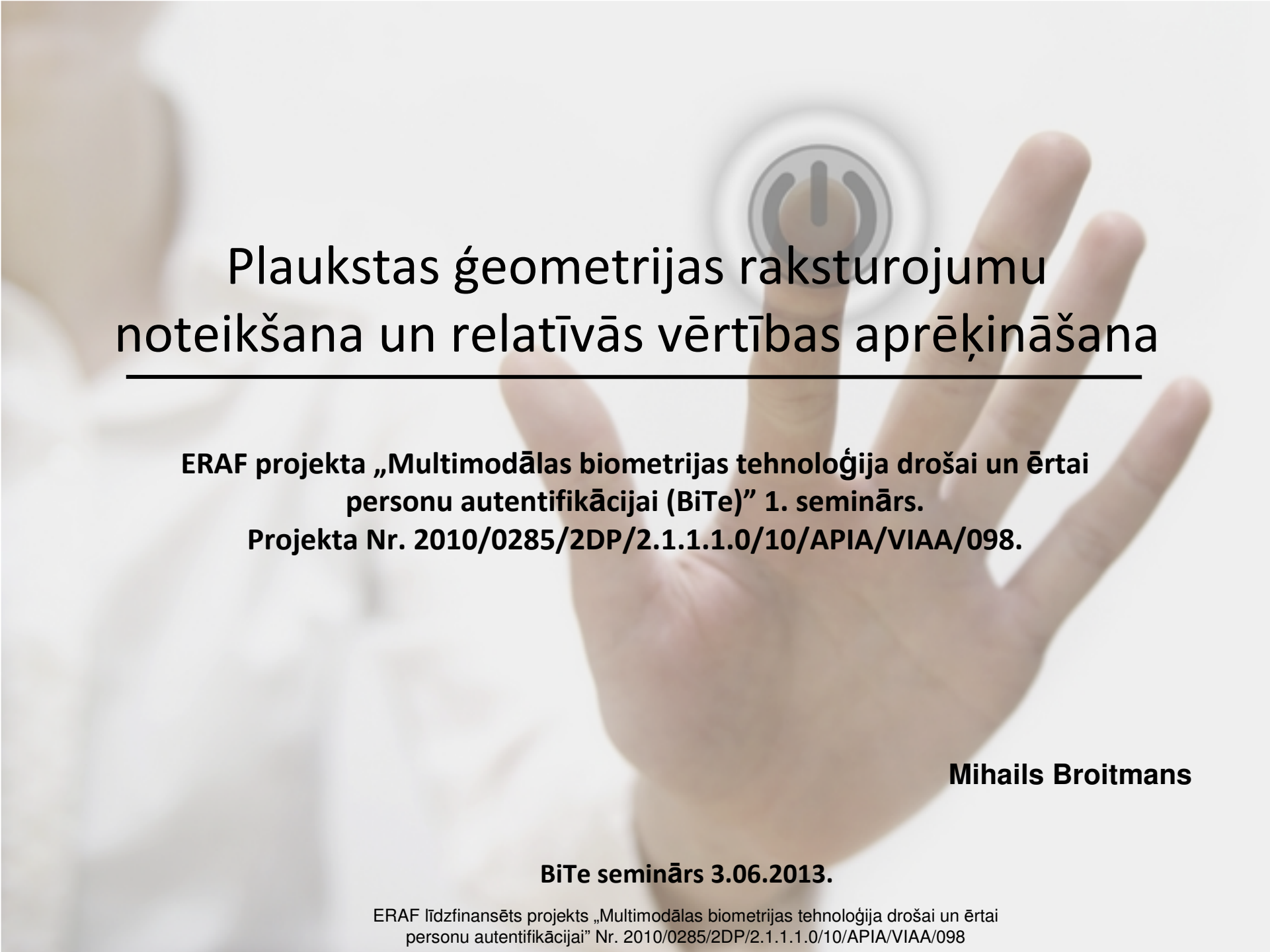
Jautājumi?

Šī prezentācija un pētījums ir tapis ar ERAF projekta
„Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” atbalstu
Nr.2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ





Plauksta ģeometrijas raksturojumu noteikšana un relatīvās vērtības aprēķināšana

**ERAF projekta „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” 1. seminārs.**

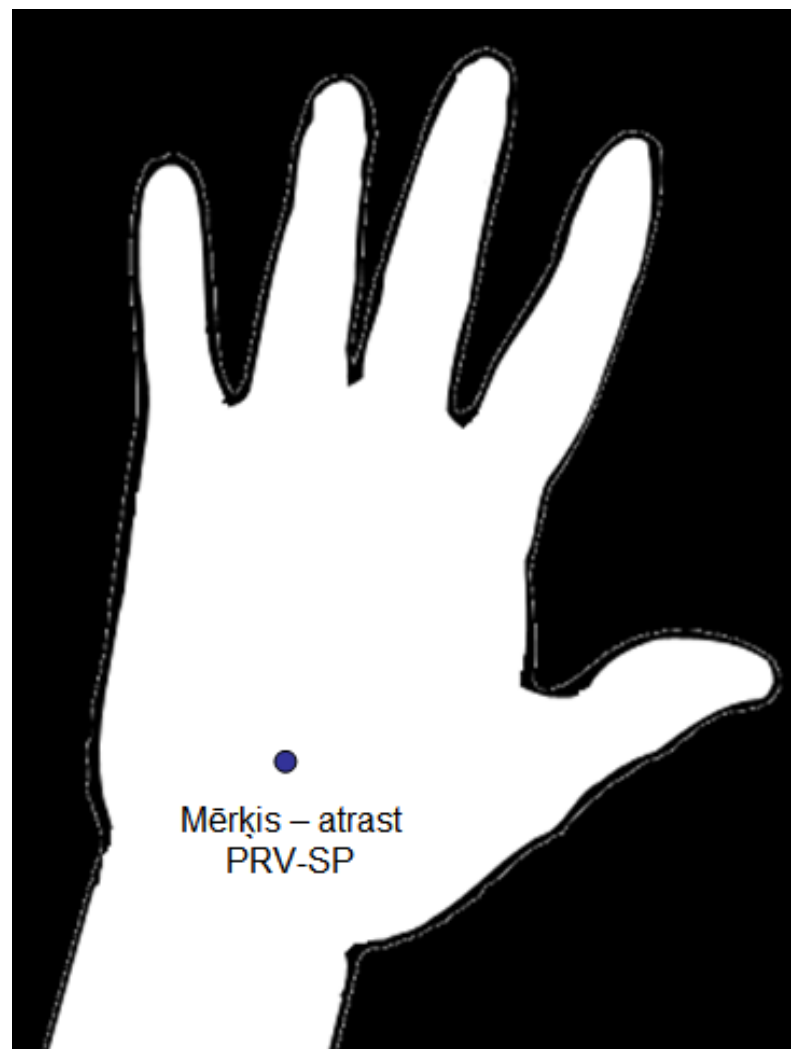
Projekta Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098.

Mihails Broitmans

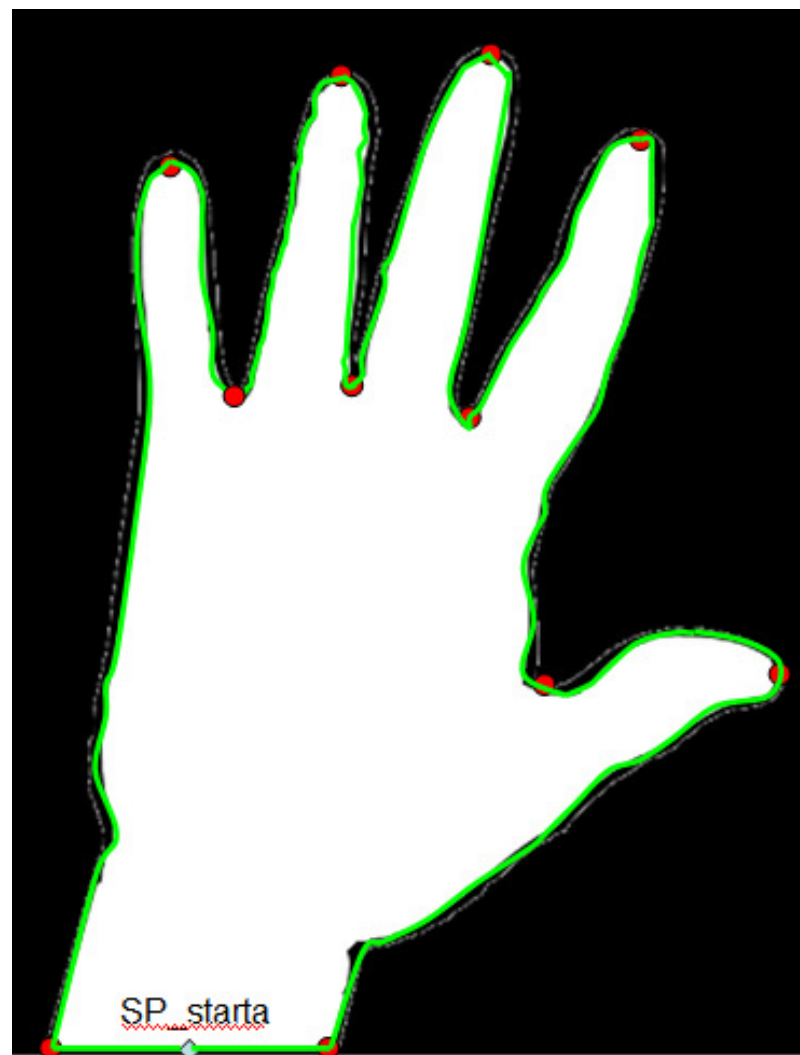
BiTe seminārs 3.06.2013.

ERAF līdzfinansēts projekts „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai” Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098

Binarizācija un tīrīšana



Robežas noteikšana



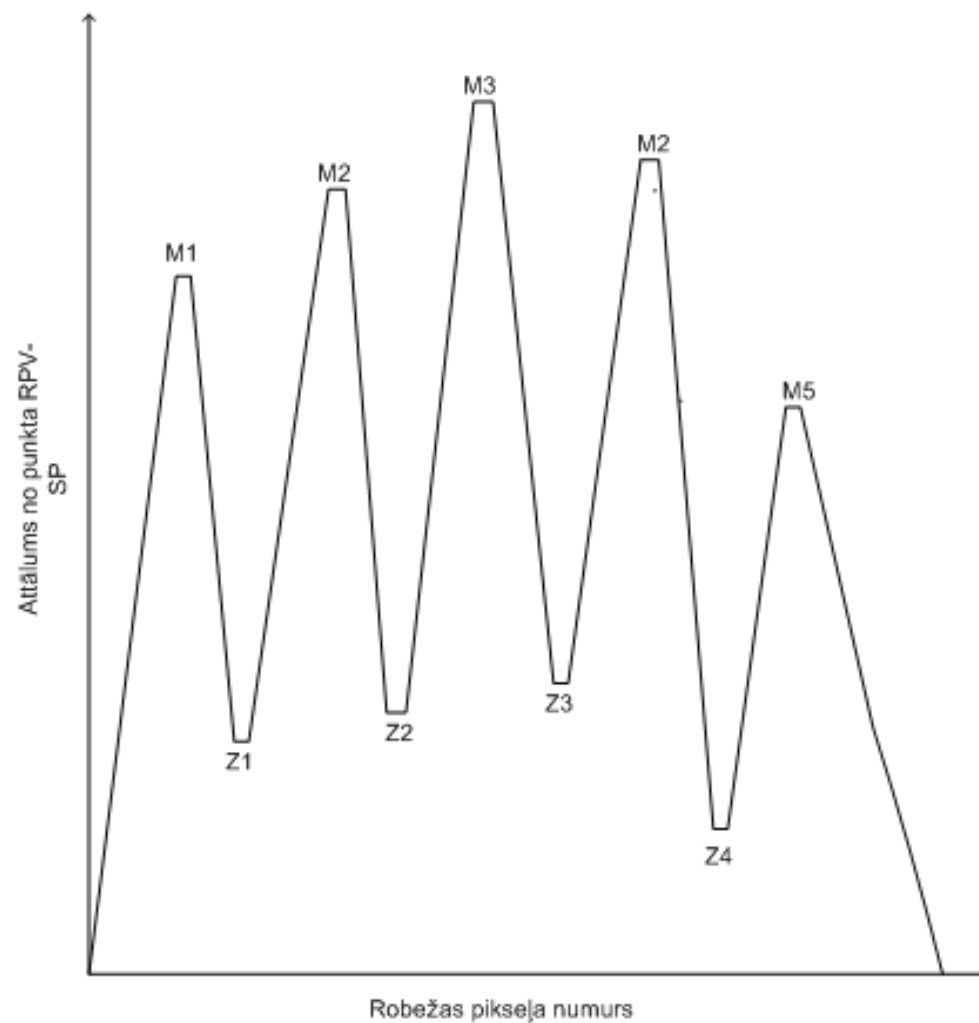
Mihails Broitmans

BiTe Seminārs 3.06.2013.

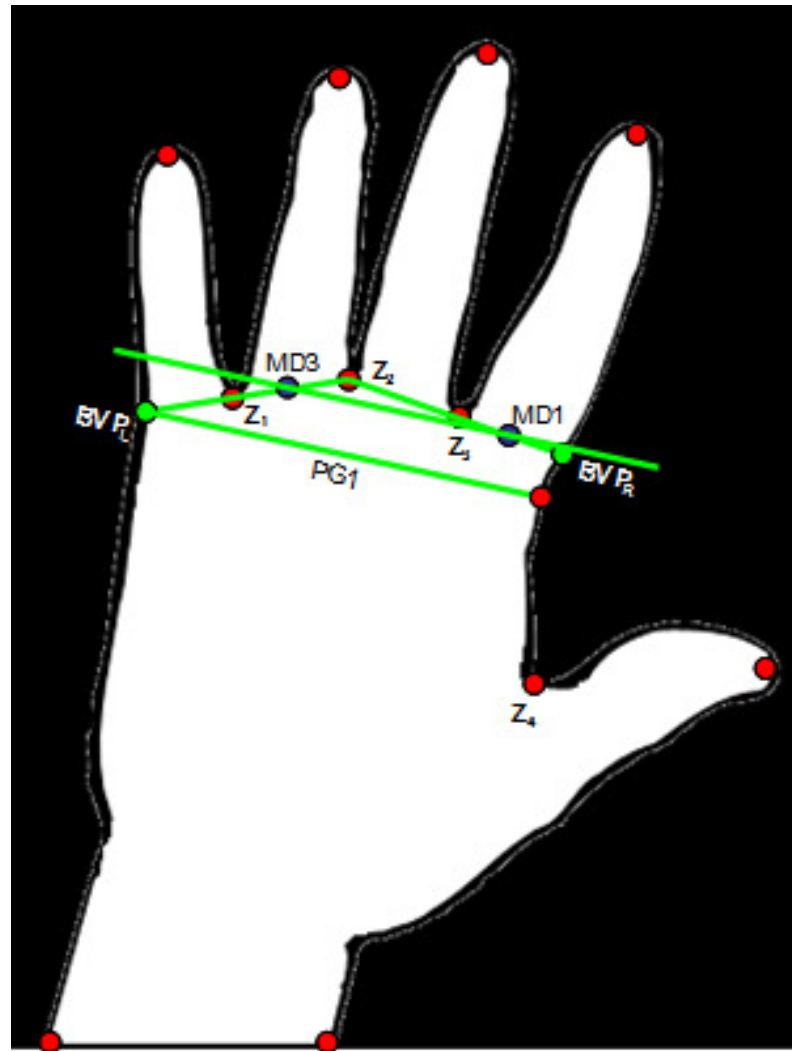
ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS



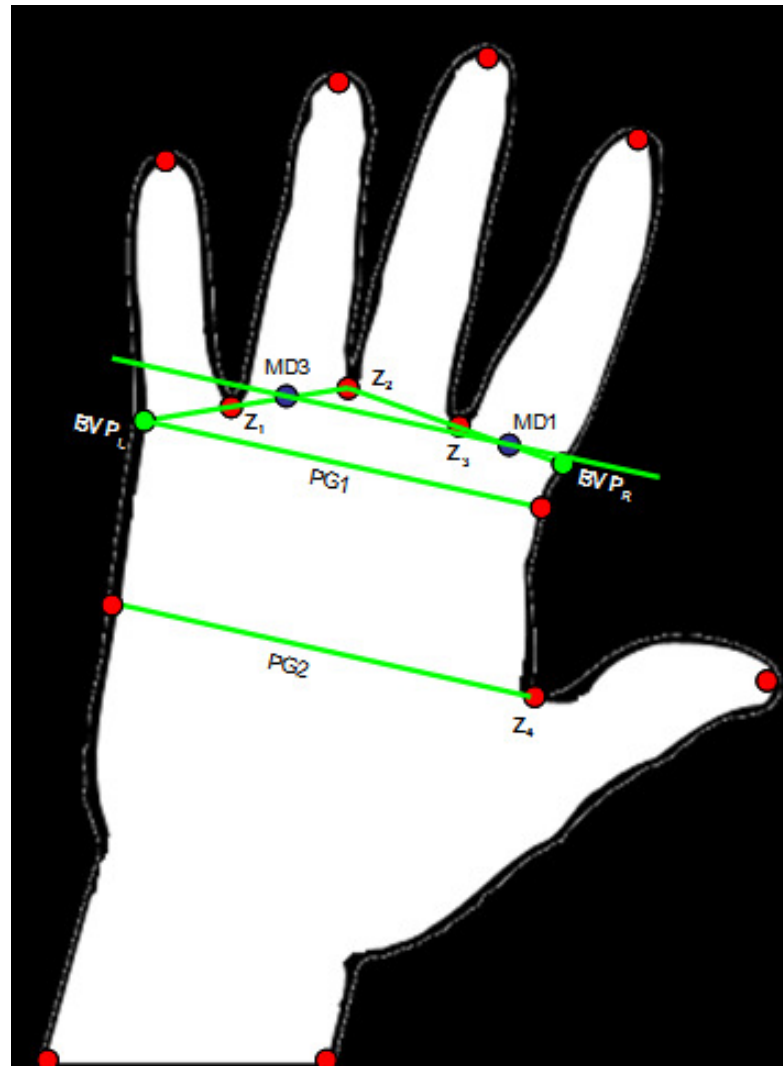
Fiksējam pikseļu koordinātes: M1, M2, M3, M4, M5, Z1, Z2, Z3, Z4



Plaukstas platuma mērīšana



Plaukstas platuma mērīšana



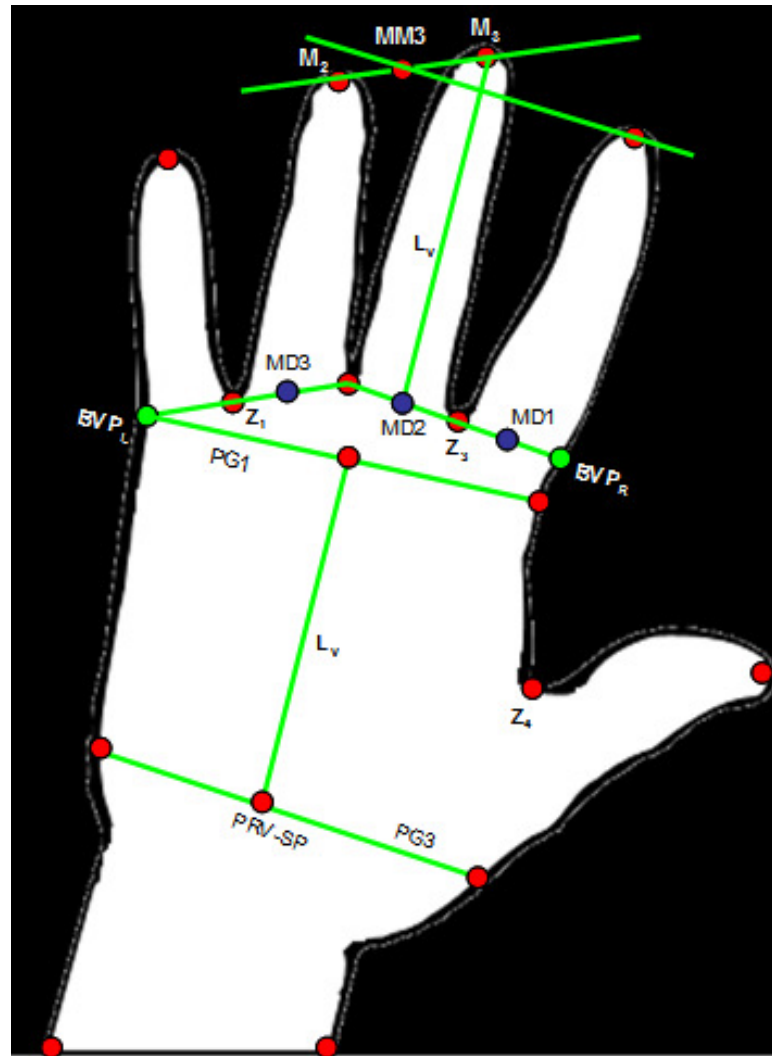
Mihails Broitmans

BiTe Seminārs 3.06.2013.

ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS



Plaukstu parametru atrašana



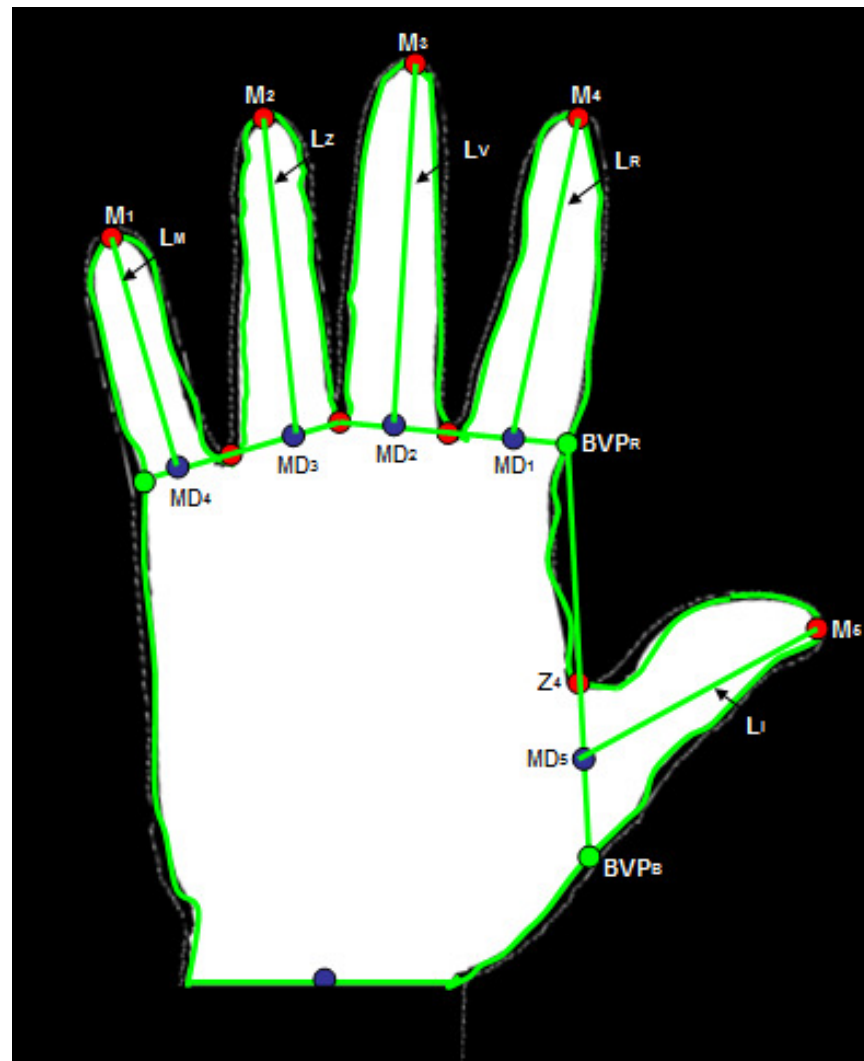
Mihails Broitmans

BiTe Seminārs 3.06.2013.

ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS



Plaukstu parametru atrašana



Mihails Broitmans

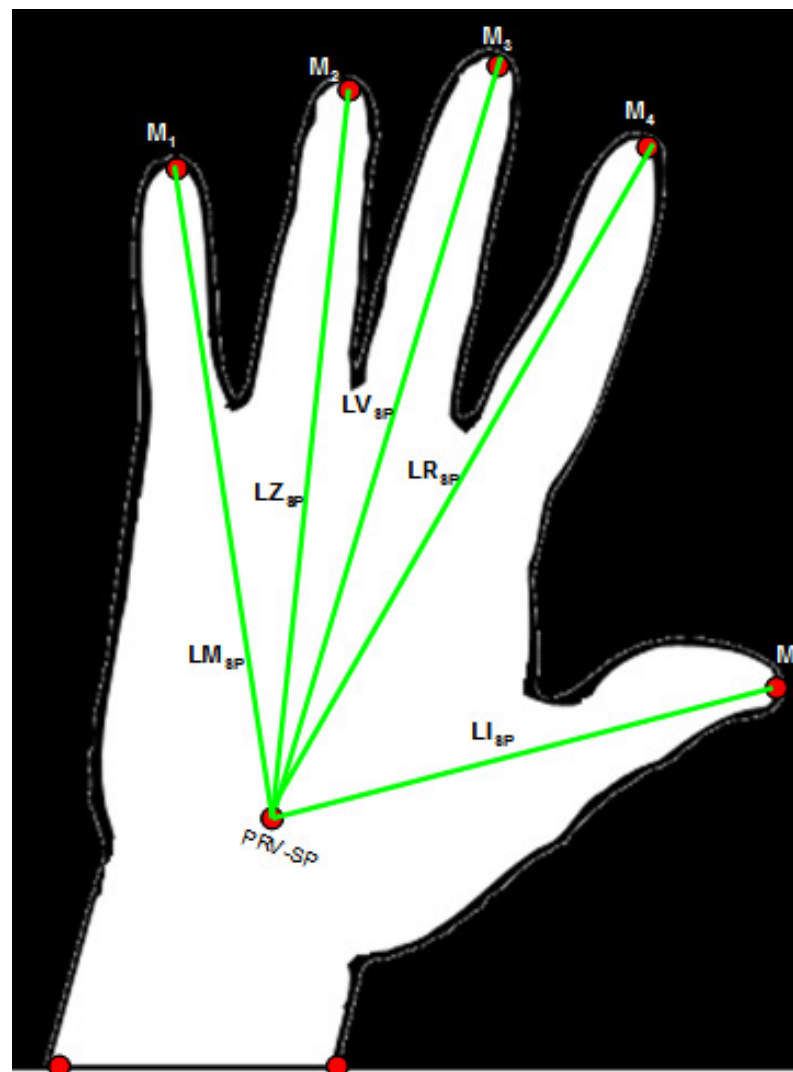
BiTe Seminārs 3.06.2013.

ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS





Plaukstu parametru noteikšana



Mihails Broitmans

BiTe Seminārs 3.06.2013.

ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS



Plaukstu īpašības vektors - PIB

PIB = {PG1, PG2, PG3,
LM, LZ, LV, LR, LI,
PM1, PM2, PZ1, PZ2, PV1, PV2, PR1, PR2, PI1,
LMSP, LZSP, LVSP, LRSP, LISp }

PIB ar relatīvām vērtībām:

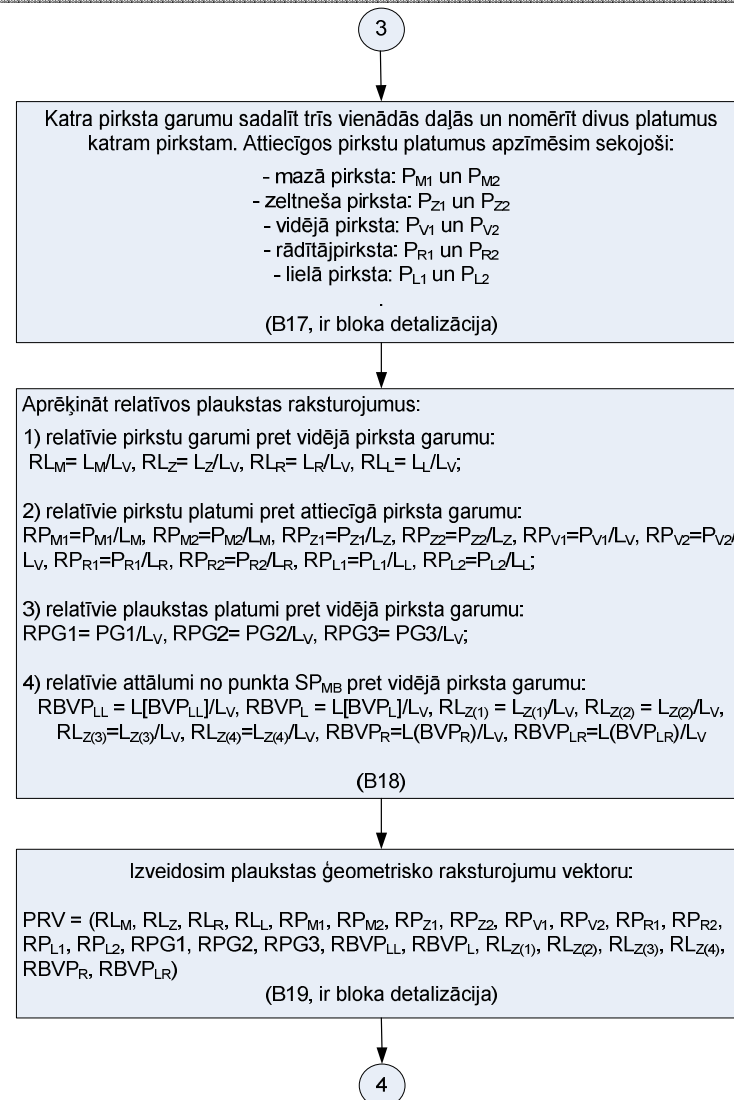
PIB_R = {R_PG1 = PV1/PG1, R_PG2 = PG2/PG1,
R_PG3 = PG3/PG1,
R_LM = LM/LV, R_LZ = LZ/LV, R_LV = LVSP/LV,
R_LR = LR/LV, R_LI = LI/LV,
R_PM1 = PM1/PV1, R_PM2 = PM2/PV1,
R_PZ1 = PZ1/PV1, R_PZ2 = PZ2/PV1,
R_PV1 = PG1/PV1, R_PV2 = PV2/PV1,
R_PR1 = PR1/PV1, R_PR2 = PR2/PV1,
PI1 = PI1/PV1,
R_LMSP = LMSP/LVSP, R_LZSP = LZSP/LVSP,

R_LVSP = LV/LVSP, R_LRSP = LRSP/LVSP,

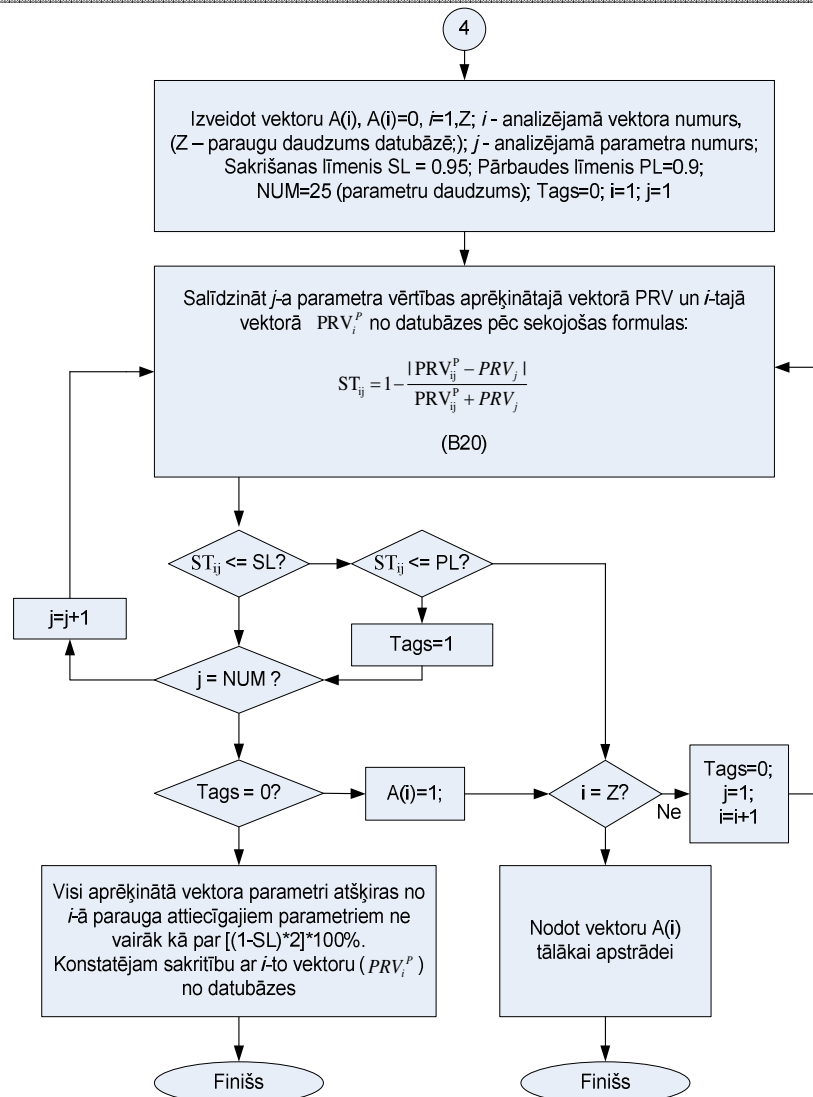
R_LISP = LISp/LVSP }



Algoritma blokshēma



Algoritma blokshēma



Paldies!

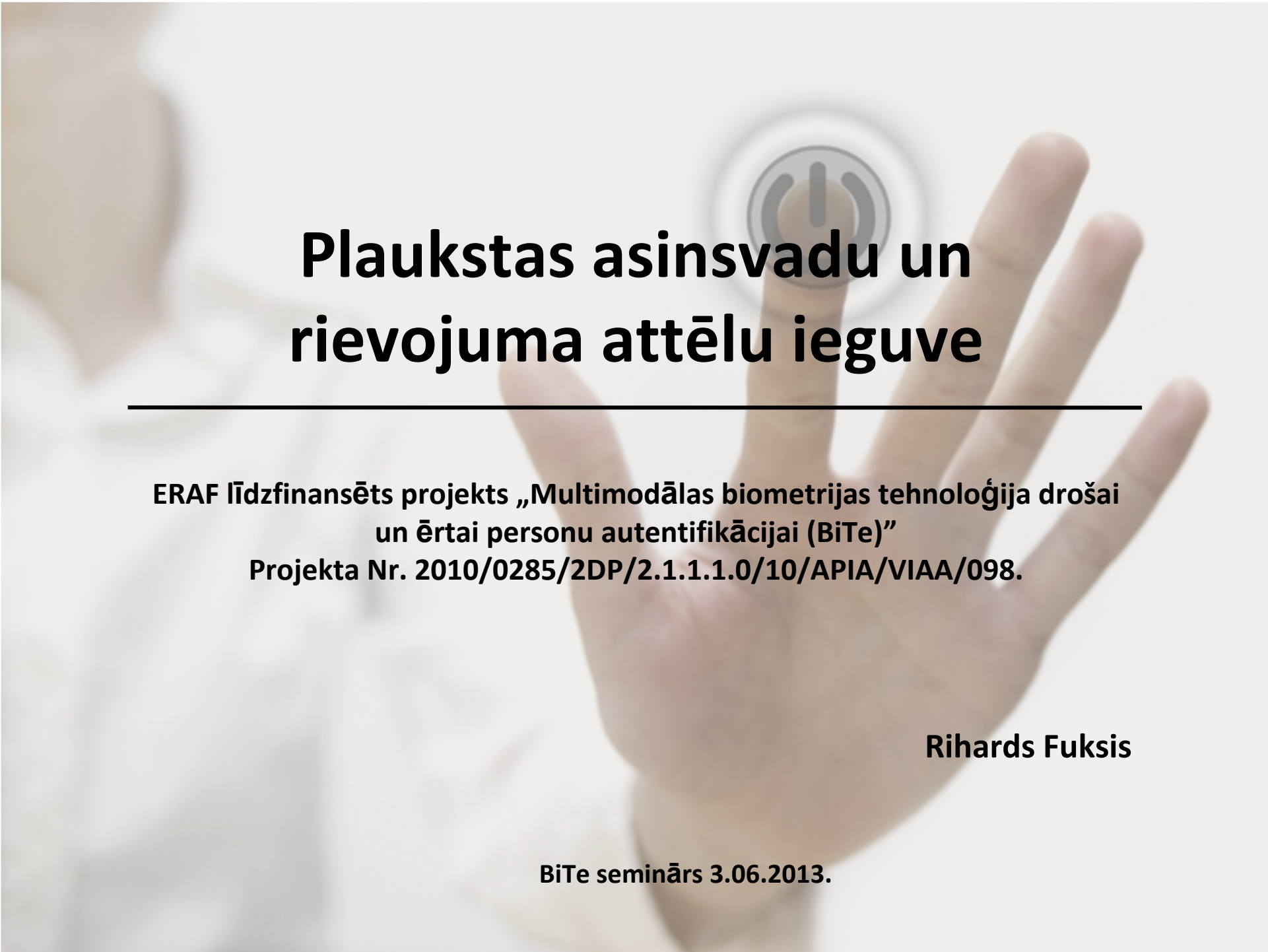
Jautājumi?

Šī prezentācija un pētījums ir tapis ar ERAF projekta
„Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” atbalstu
Nr.2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ





Plauksta asinsvadu un rievojuma attēlu ieguve

**ERAF līdzfinansēts projekts „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai
un ērtai personu autentifikācijai (BiTe)”**

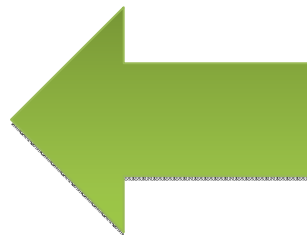
Projekta Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098.

Rihards Fuksis

BiTe seminārs 3.06.2013.

Plauksta kā biometrijas parametrs

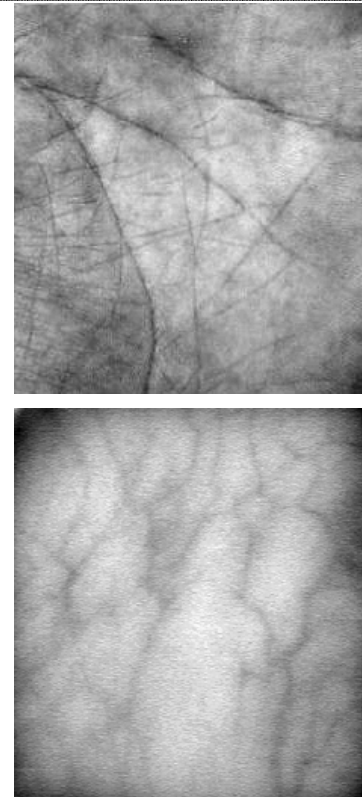
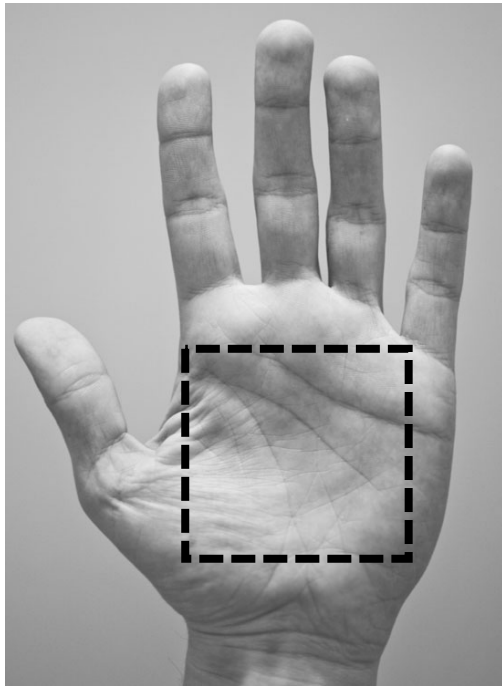
Multimodāla biometrija



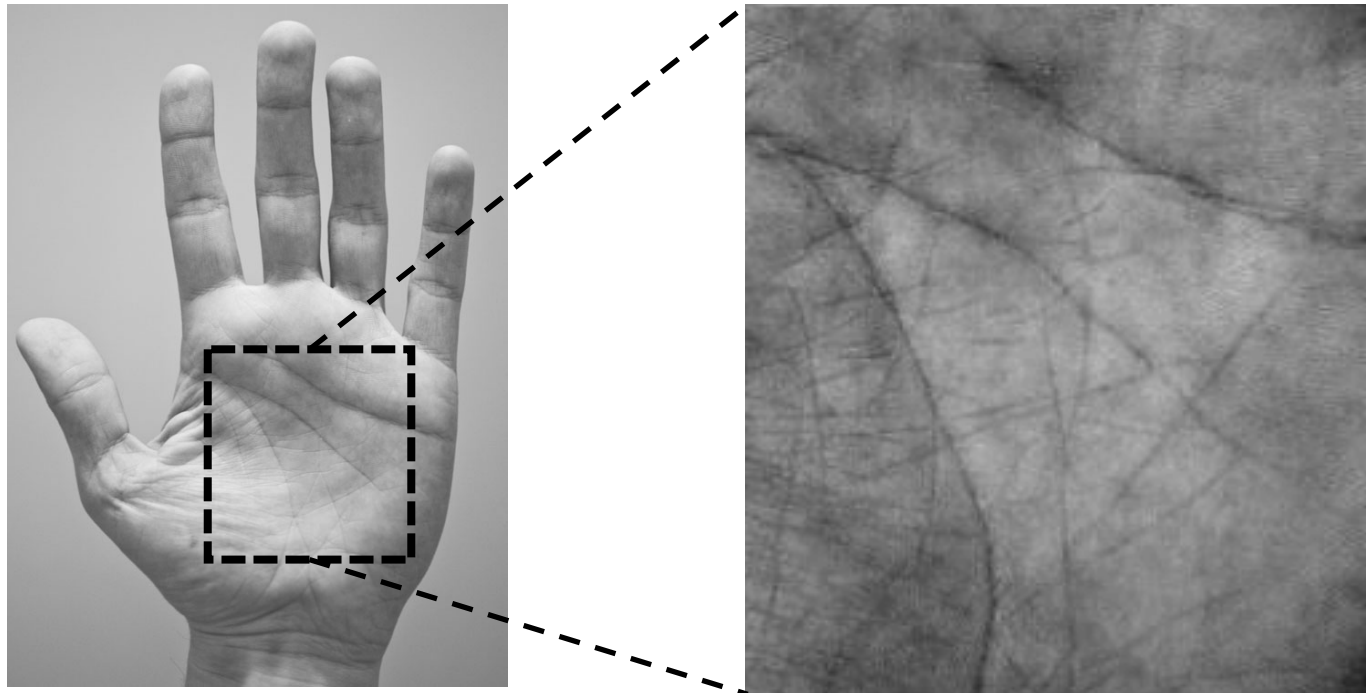
- Vairāki parametri
- Ērta izmantošana
- Bezkontakta datu iegūšana
- Augstāka drošība pret viltojumiem
- Augstāka precizitāte



Mērķis



Plaukstas rievu attēla iegūšana



Baltās gaismas diodes

**Attēli tiek iegūti redzamās gaismas spektrā
izmantojot baltās gaismas diodes**

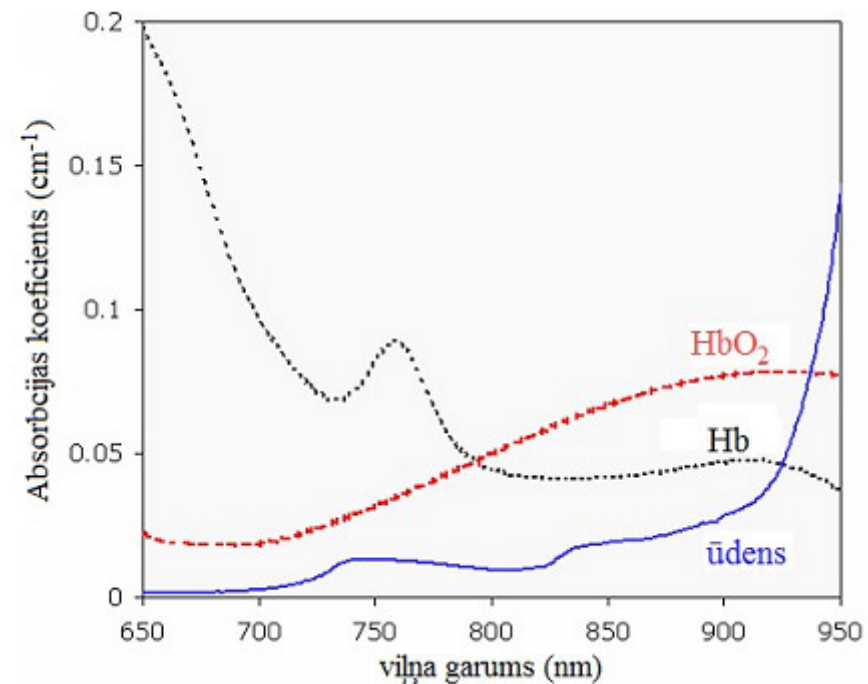
Rihards Fuksis BiTe Seminārs 3.06.2013.

ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS



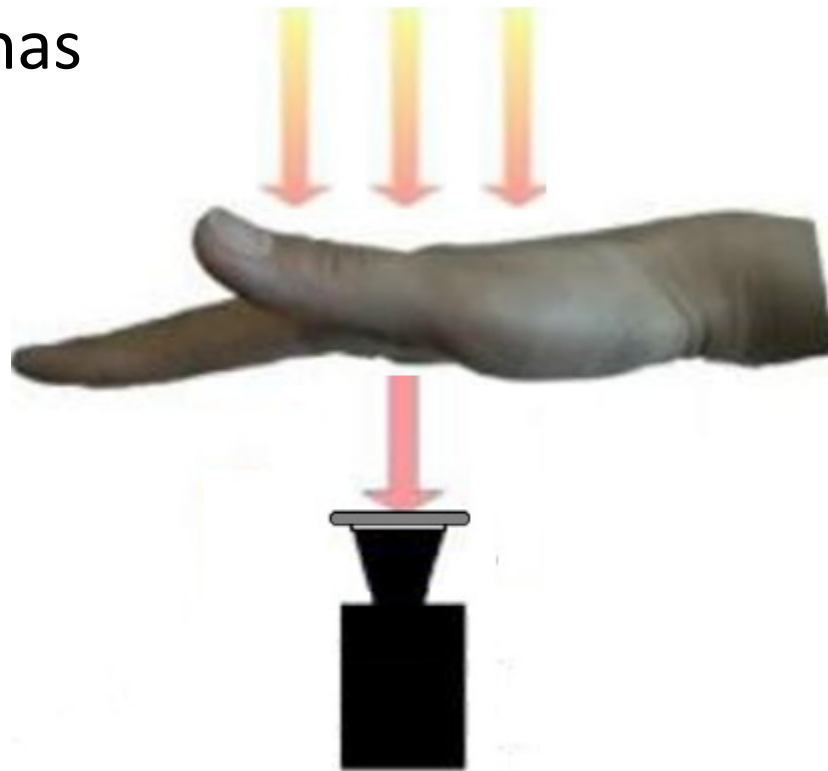
Plaukstu asinsvadu attēla iegūšana

- Plaukstu asinsvadu attēlus iespējams iegūt tuvajā infrasarkanās gaismas spektrā
- Attēlus iespējams iegūt jo asinīs esošais hemoglobīns absorbē noteikta viļņa garuma infrasarkanās gaismu



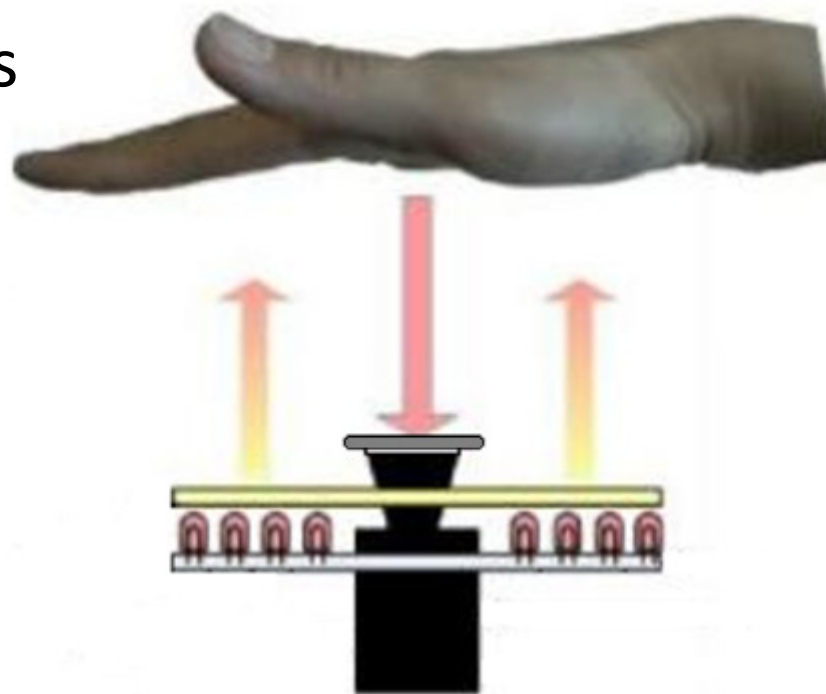
Plaukstu asinsvadu attēla iegūšana

- Ir divas metodes ar kuru palīdzību var iegūt plaukstu asinsvadu attēlus:
- Caurstarošanas



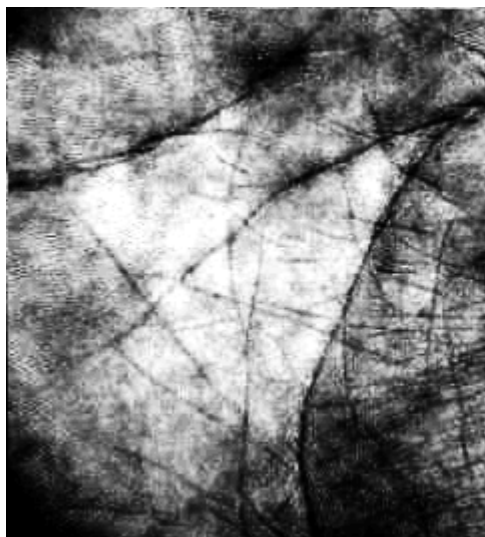
Plaukstu asinsvadu attēla iegūšana

- Ir divas metodes ar kuru palīdzību var iegūt plaukstu asinsvadu attēlus:
- Caurstarošanas
- Atstarošanas

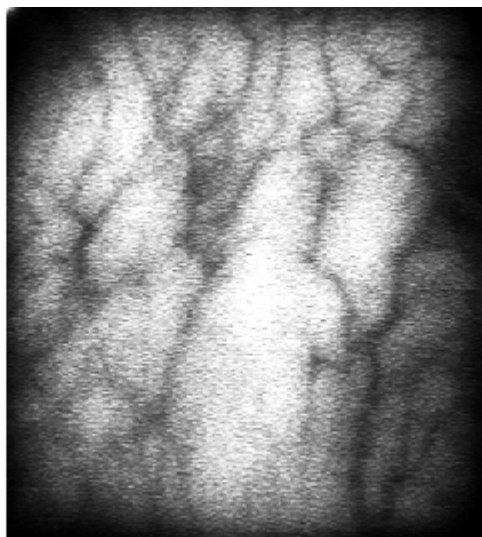


Plaukstu asinsvadu attēla iegūšana

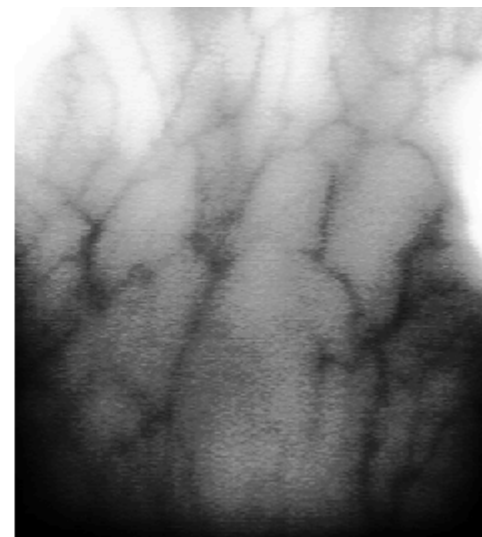
- Ir divas metodes ar kuru palīdzību var iegūt plaukstu asinsvadu attēlus:
- Caurstarošanas un atstarošanas metode



Redzamajā gaismā



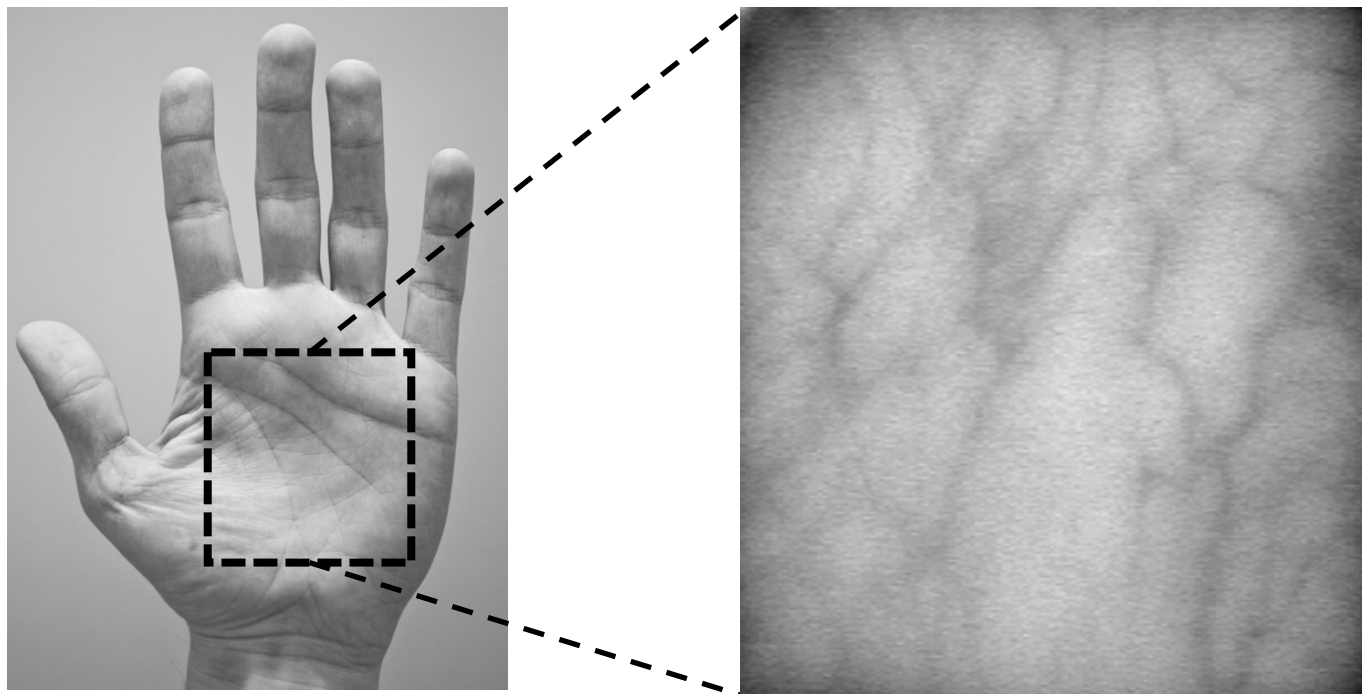
IS gaismā ar
atstarošanas metodi



IS gaismā ar
caurstarošanas metodi



Plaukstas asinsvadu attēlu iegūšana



IS gaismas diodes

**Infrasarkanajā gaismas spektrā izmantojot
850nm IS gaismas diodes**

Rihards Fuksis BiTe Seminārs 3.06.2013.

ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS

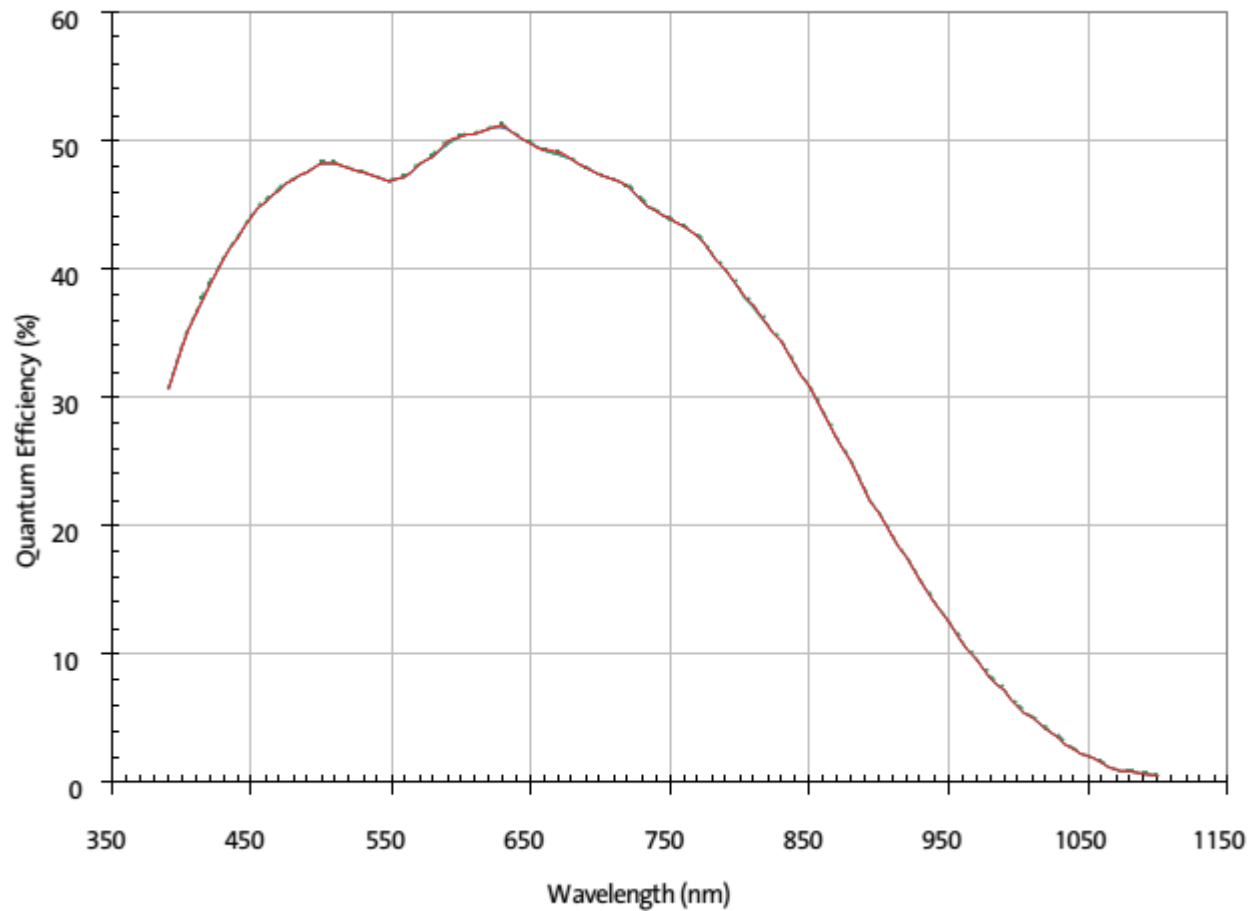


Kā iegūt abus attēlus?

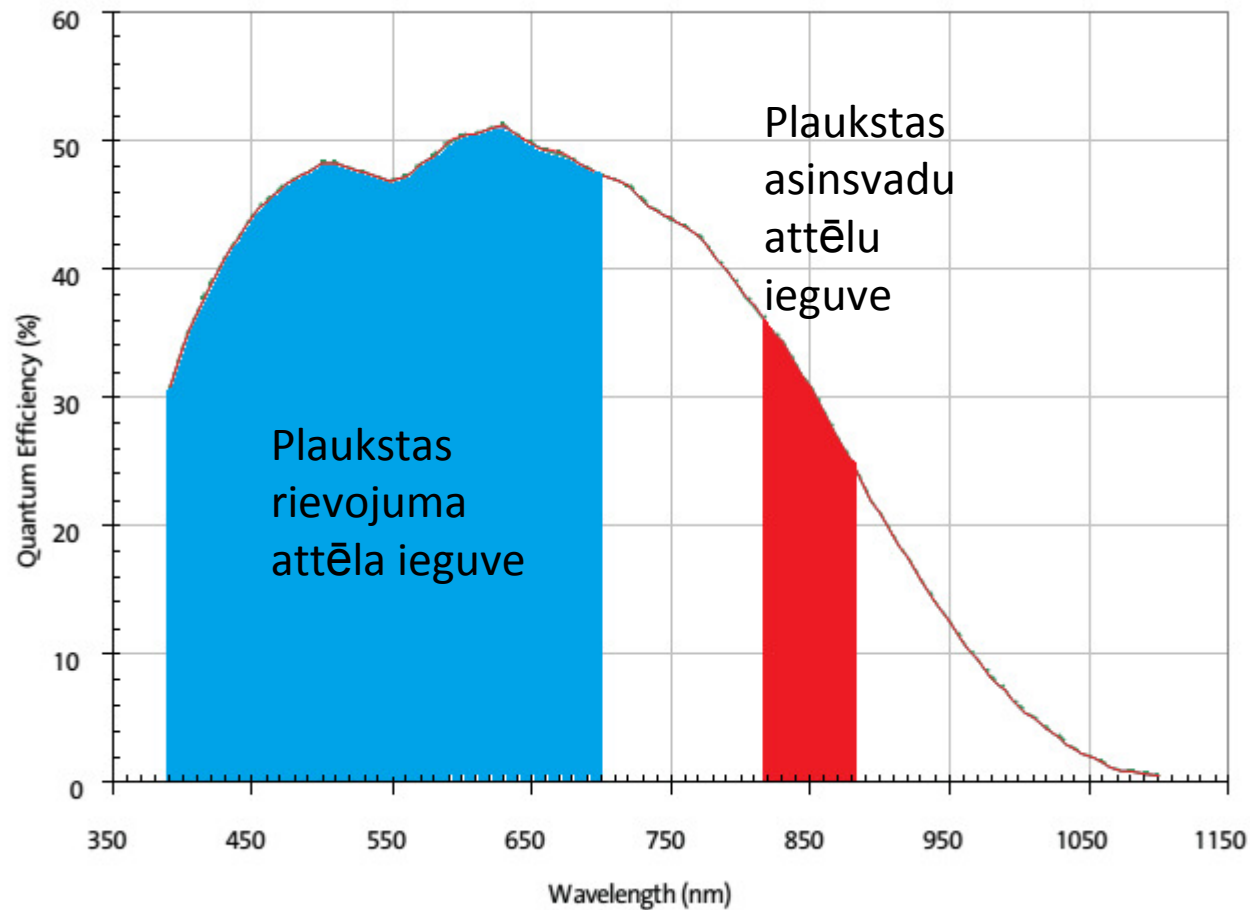
- To iespējams izdarīt izmantojot tikai vienu attēlu ieguves sensoru:
 - Nepieciešams izmantot optiskos filtrus, kas tiek mehāniski nomainīti
 - Nepieciešams izmantot mainīgu apgaismojumu (redzamās gaismas un infrasarkanās)
 - Nepieciešams izvēlēties attēlu sensoru, kas darbotos plašā gaismas spektra diapazonā



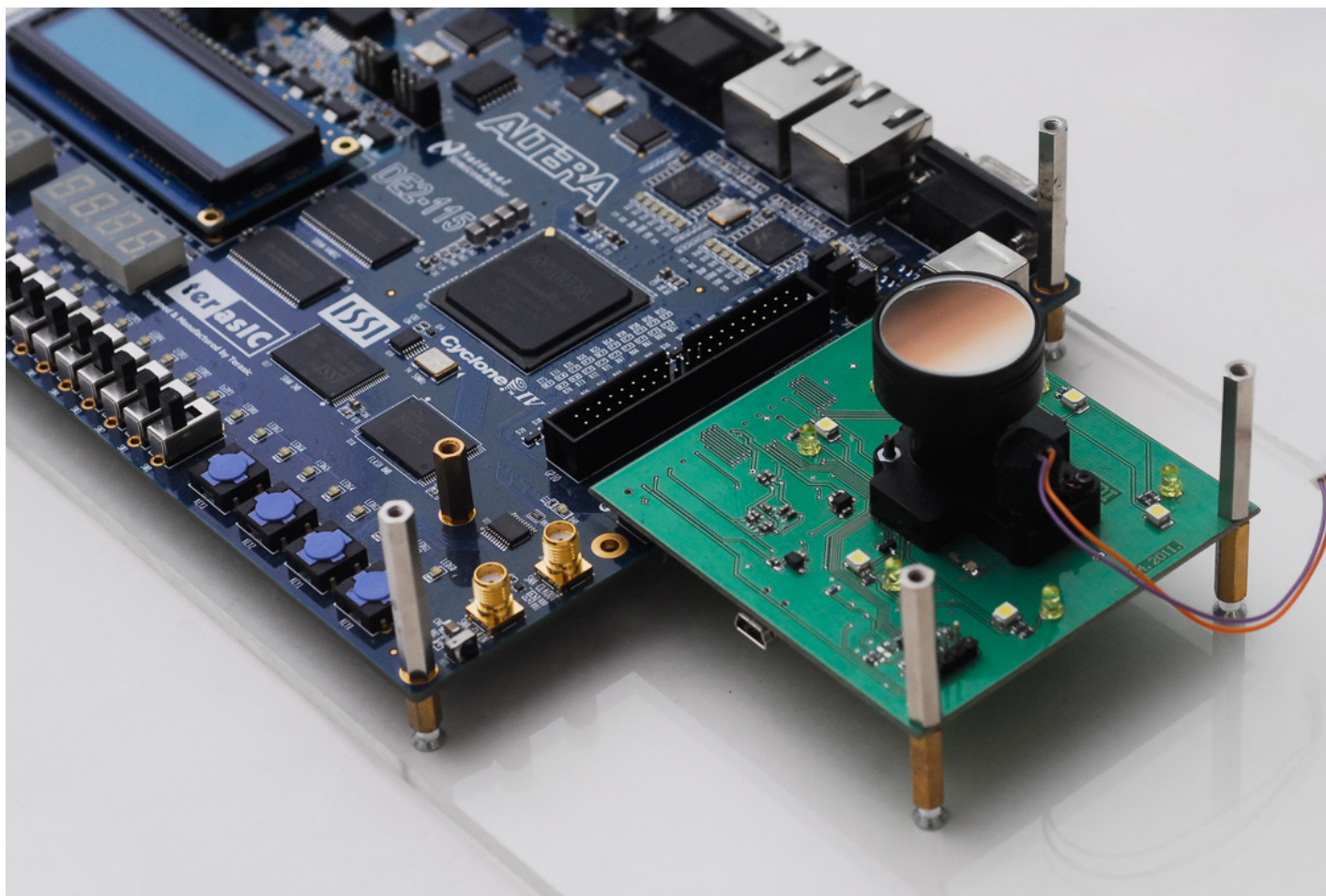
Attēlu ieguve



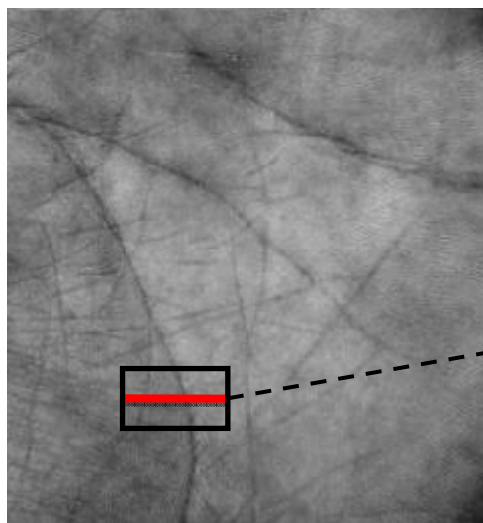
Attēlu ieguve



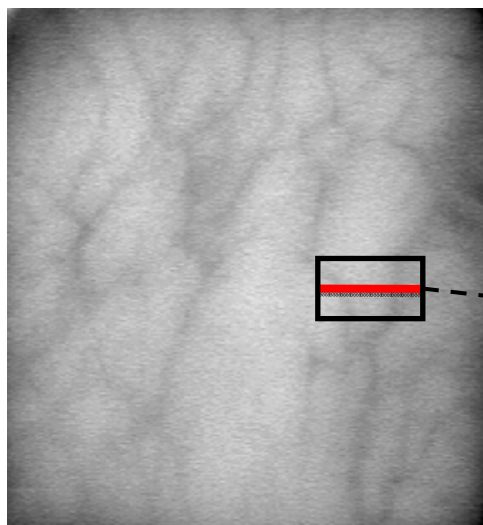
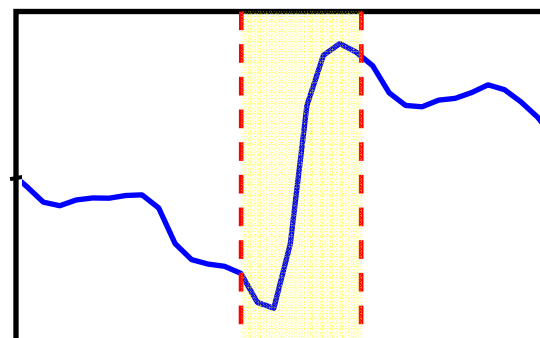
Izveidotais attēlu ieguves modulis



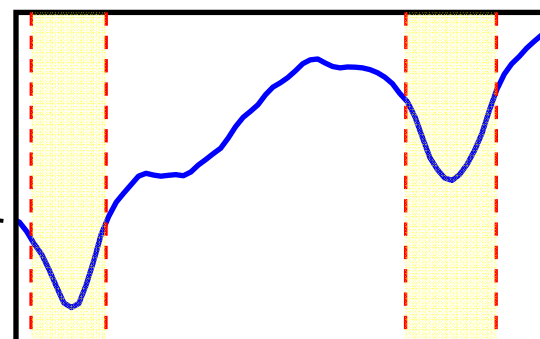
Attēlu apstrāde (I)



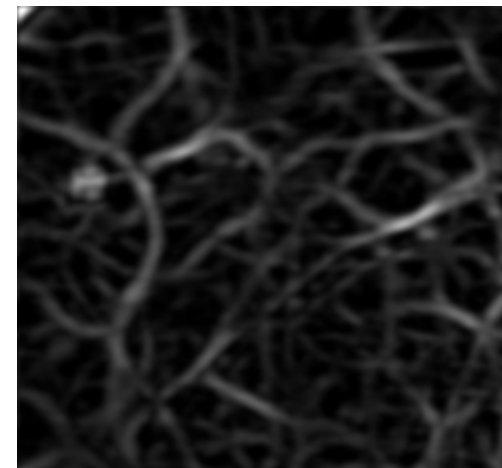
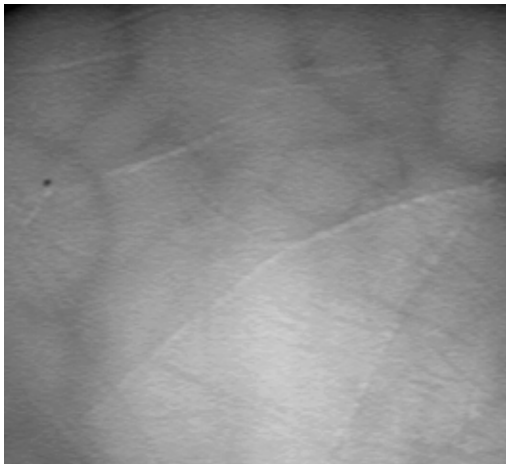
Rievas šķērsgriezums



Asinsvadu šķērsgriezums



Attēlu apstrāde (II)

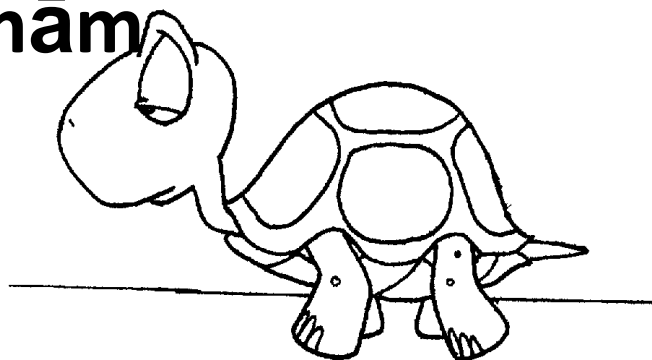


$$\begin{cases} g_{\phi}(x, y) = -\exp(-x'^2 / 2\sigma_x^2) \\ x' = x \cos \phi + y \sin \phi \end{cases}$$

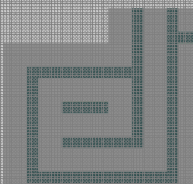


Attēlu apstrāde (II)

Lēns priekš iegultām sistēmām



$$\begin{cases} g_{\phi}(x, y) = -\exp(-x'^2 / 2\sigma_x^2) \\ x' = x \cos \phi + y \sin \phi \end{cases}$$



Paldies!

Jautājumi?

Šī prezentācija un pētījums ir tapis ar ERAF projekta
„Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” atbalstu
Nr.2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ





Līniju izdalīšana attēlos – ātrie algoritmi

**ERAF projekta „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” 1. seminārs.**

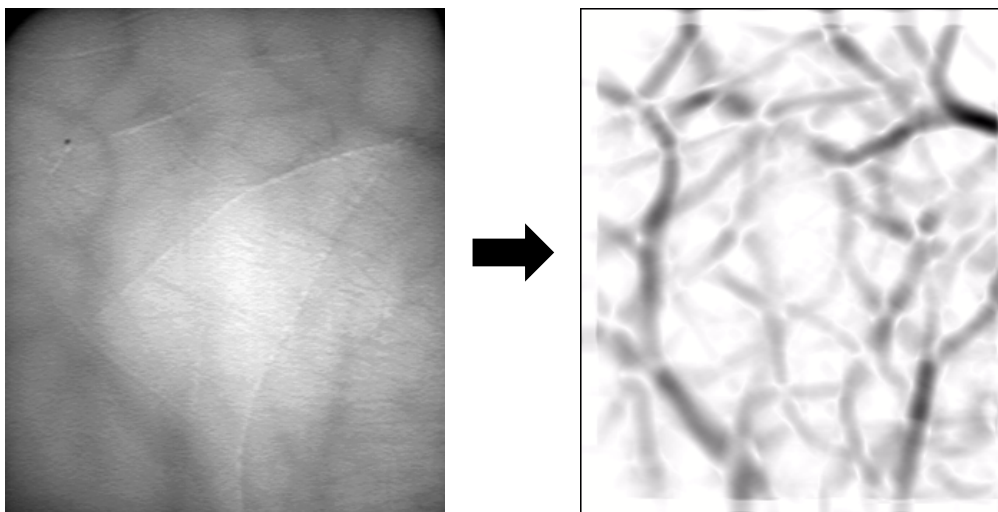
Projekta Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098.

Mihails Pudžs

BiTe seminārs 3.06.2013.

1. Kompleksā salāgotā filtrācija (NH-CMF)

1. Ļauj izdalīt līnijveidīgus objektus attēlos (piem. asinsvadu un rievu tīklojumu); Izdalītiem objektiem tiek noteiktas:
 - a) līdztība ar filtra masku,
 - b) leņķis, pie kura šī līdztība ir vislielākā.
2. Balstīts uz salāgotu filtrāciju, bet izmanto arī nelineārās operācijas.



[] M.Pudzs, M.Greitans, R.Fuksis. "**Complex 2D Matched Filtering Without Halo Artifacts**".
18th International Conference on Systems, Signals and Image Processing, IWSSIP 2011,
Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, June 16-18, 2011.



1.1. NH-CMF algoritms

Dara:

1. Filtrē attēlu ar līniju izdalošām maskām:



2. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
3. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:

$$\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$$

4. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
5. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Dabū:

$$s_1(x, y), s_2(x, y), s_3(x, y), s_4(x, y)$$

$$c_1(x, y), c_2(x, y), c_3(x, y), c_4(x, y)$$

$$c_1 e^{j2 \cdot 0^\circ}, c_2 e^{j2 \cdot 45^\circ}, c_3 e^{j2 \cdot 90^\circ}, c_4 e^{j2 \cdot 135^\circ}$$

$$\vec{c}(x, y)$$

$$\vec{v}(x, y) = |\vec{c}(x, y)| \cdot e^{j \frac{\text{Angle}[\vec{c}(x, y)]}{2}}$$

Korelācijas vektori
(matching intensity vectors)

[] M.Pudzs, M.Greitans, R.Fuksis. "**Complex 2D Matched Filtering Without Halo Artifacts**".
18th International Conference on Systems, Signals and Image Processing, IWSSIP 2011,
Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, June 16-18, 2011.



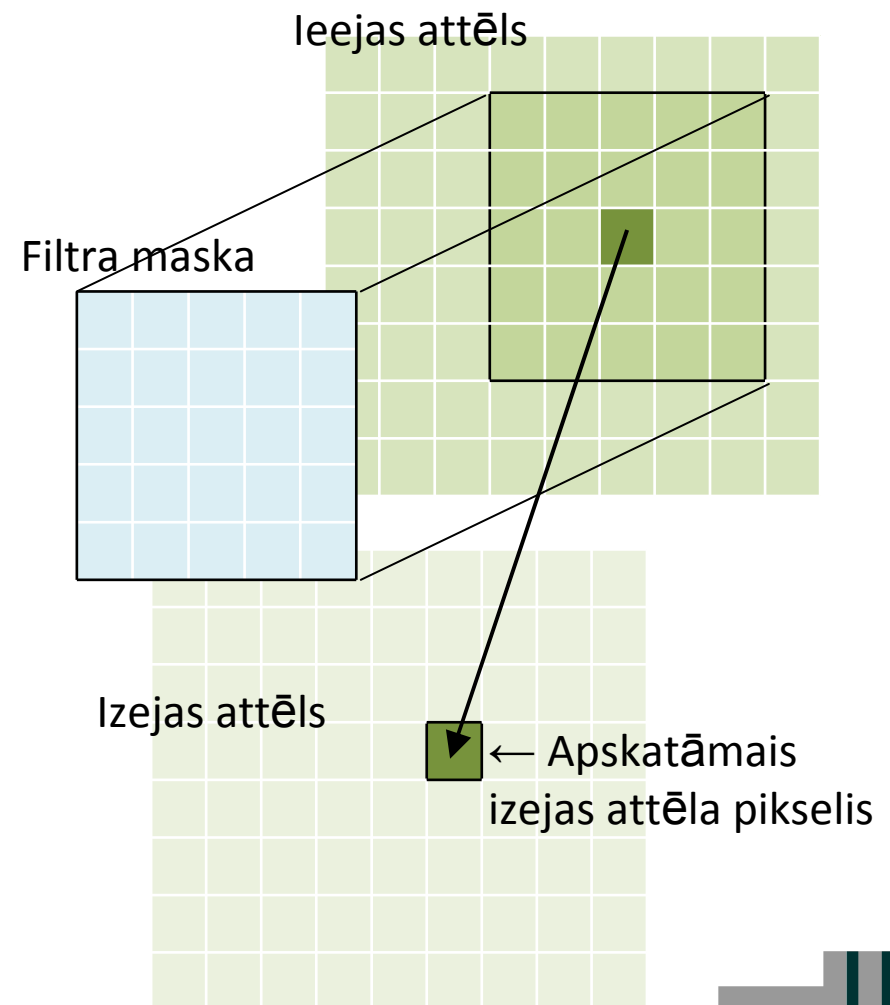
1.2. NH-CMF sarežģītība, kvalitatīvi

Konvolūcija (FIR filtru gadījumā):

Katram izejas attēla pikselim:

1. liekam filtra masku «virs» ieejas attēla apskatāma pikseļa apkārtnē,
2. reizinām katru attēla pikseli ar tam virsū uzlikto maskas pikseli,
3. summējam rezultātus kopā,
4. saglabājam iegūto vērtību kā izejas attēla pikseli,

Atkārtojam operācijas (1.-4.) turpmāk:
«attēla fragmenta reizināšana ar filtra masku», tik reizes, cik izejas attēlā ir pikseļu un cik ir filtra masku!



1.3. NH-CMF sarežģītība, kvantitatīvi

Konvolūcija (FIR filtru gadījumā):

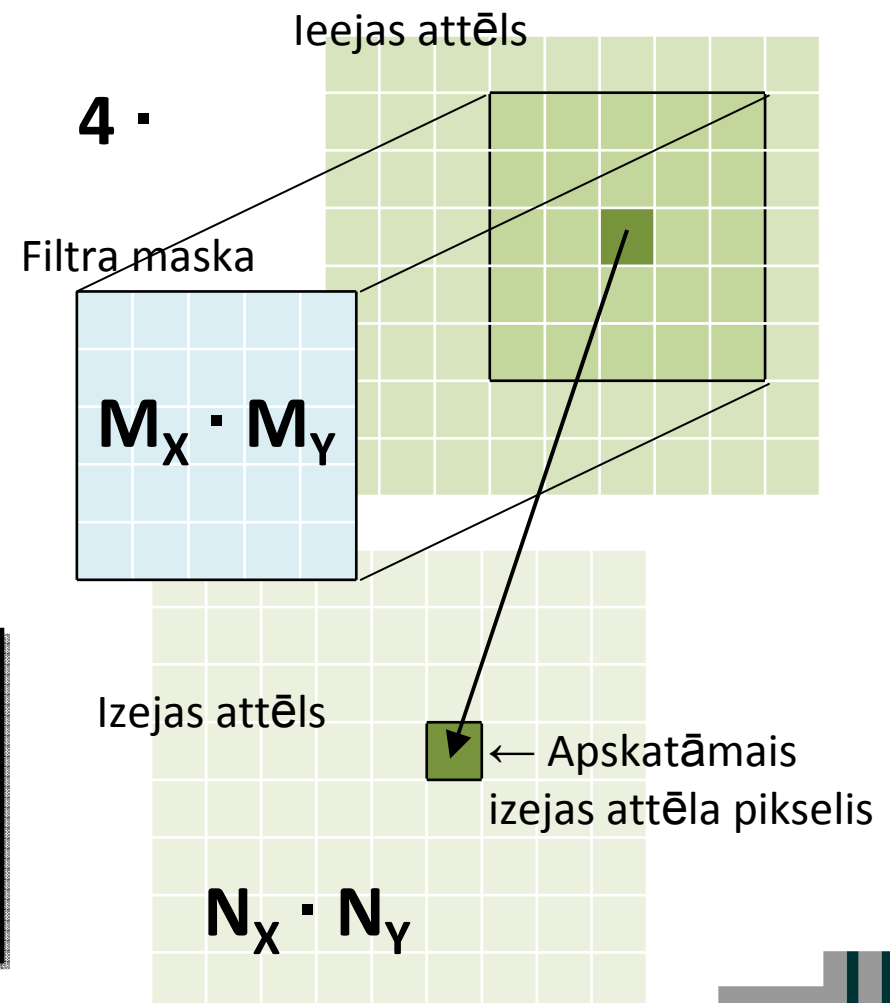
4 filtra maskas (jeb 4 izejas attēli),
 $N_x \cdot N_y$ izejas pikseli katrā attēlā,
 $M_x \cdot M_y$ reizināšanas operācijas vienas
izejas pikseļa vērtības aprēķināšanai

4 · $N_x \cdot N_y \cdot M_x \cdot M_y$ operācijas viena
attēla apstrādei

Pie:

$N_x = 640, N_y = 480,$
 $M_x = M_y = 32,$

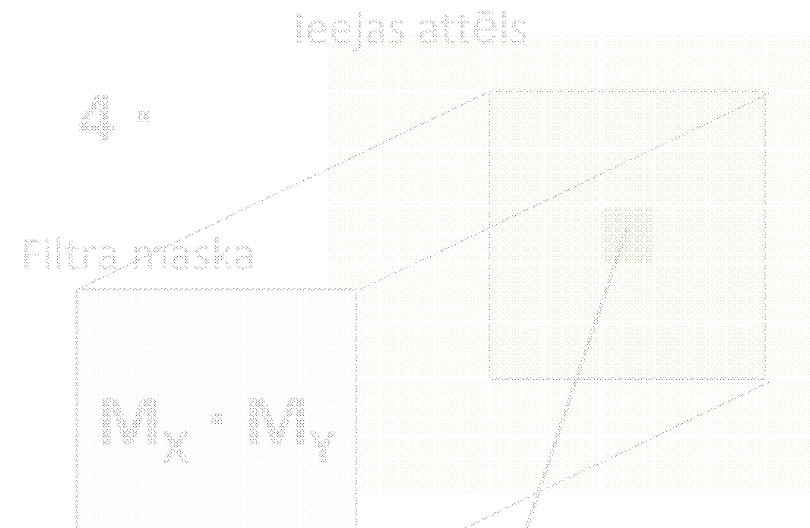
4 · $N_x \cdot N_y \cdot M_x \cdot M_y = \underline{1\,258\,291\,200}$



1.3. NH-CMF sarežģītība, kvantitatīvi

Konvolūcija (FIR filtru gadījumā):

- Katram ievades attēla pikselim:
1. 4 filtra maskas (jeb 4 izejas attēli), $N_x \cdot N_y$ izejas pikseļi katrā attēlā, $M_x \cdot M_y$ reizināšanas operācijas vienas izejas pikseļa vērtības aprēķināšanai
 2. izejas pikseļa vērtības aprēķināšanai
 3. 4 $\cdot N_x \cdot N_y \cdot M_x \cdot M_y$ operācijas viena attēla apstrādei
 4. attēla apstrādei



Tikai reizināšanas operāciju!

Pie:

$$N_x = 640, N_y = 480, \\ M_x = M_y = 32,$$

$$4 \cdot N_x \cdot N_y \cdot M_x \cdot M_y = \underline{\underline{1\,258\,291\,200}}$$



1.4. NH-CMF algoritms (procesorā)

Dara:

1. Filtrē attēlu ar līniju izdalošām maskām:



2. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)

3. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:

$$\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$$

4. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:

5. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Sarežģītība:



Vismaz 1 258 291 200 («·»)



$640 \cdot 480 = 307\,200$ («CMP, =0»)



$2 \cdot 640 \cdot 480 = 614\,400$ («NEG»)



$3 \cdot 640 \cdot 480 = 921\,600$ («+»)



$640 \cdot 480 = 307\,200$
(«ABS, ANGLE, /2, EXP(J)»)



1.5. NH-CMF algoritms (FPGA platformā)

Dara:

1. Filtrē attēlu ar līniju izdalošām maskām:



2. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
3. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:

$$\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$$

4. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
5. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Sarežģītība:

- Vismaz 1 258 291 200 « $\cdot$ » operācijas ar $4 \cdot 32 \cdot 32$, vai $32 \cdot 32$ («shared») reizinātājiem 25MHz clock datiem
- 4 «ramp» funkcijas («CMP, =0») mezgli
- 2 negācijas («NEG») mezgli
- summators «tree adder» ar 4 ieejām
- 2 «CORDIC» mezgli («ABS, ANGLE, /2, EXP(J)»)



1.6. Uzdevums

Sarežģītība (procesorā):

➤ Vismaz 1 258 291 200 («·»)

Sarežģītība (FPGA platformā):

➤ Vismaz 1 258 291 200 «·» operācijas
ar 4 · 32·32, vai 32·32 («shared»)
reizinatajiem 25MHz clock datiem

optimizēt

➤ $640 \cdot 480 = 307\,200$ («AND», «ANDNOT»)

➤ $2 \cdot 640 \cdot 480 = 614\,400$ («ANDG»)

➤ $3 \cdot 640 \cdot 480 = 921\,600$ («+»)

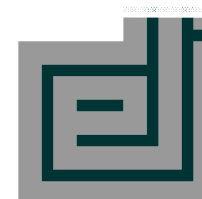
➤ $640 \cdot 480 = 307\,200$
(«ABS, ANGLE, /2, EXPAND»)

➤ $640 \cdot 480 = 307\,200$ («AND», «ANDNOT»)

➤ 2 negācijas («NEG») mezgli

➤ summators «tree adder» ar 4 ieejām

➤ 2 «CORDIC» mezgli
(«ABS, ANGLE, /2, EXPAND»)

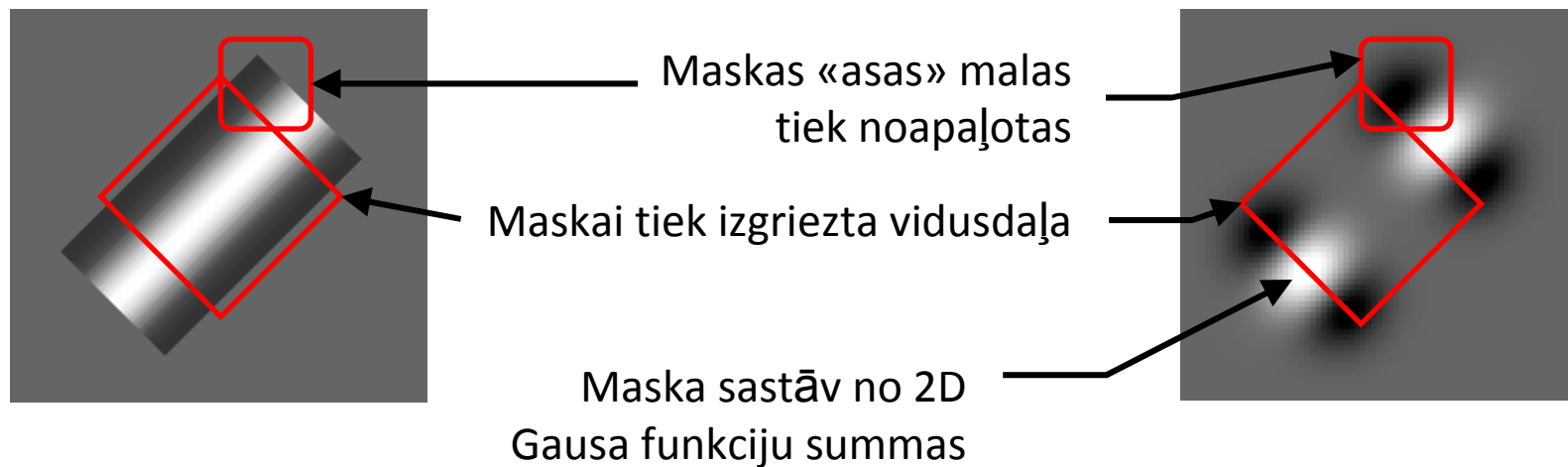
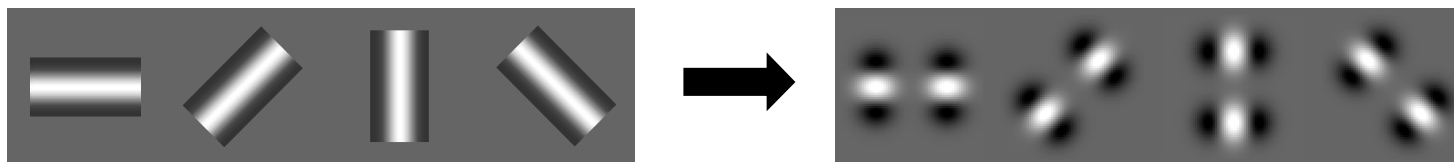


2.1. Optimizācijas sākumpunkts



2.1. Optimizācijas sākumpunkts

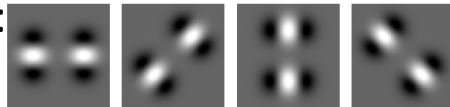
NH-CMF maskas tiek aproksimētas ar 2D Gausa funkciju summu:



2.2. Ātrā NH-CMF izvedums (1. solis)

Dara:

1. Filtrē attēlu ar aproksimētām līniju izdalošām maskām:



2. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
3. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:
 $\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$

4. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
5. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Dabū:

$$s_1(x, y), s_2(x, y), s_3(x, y), s_4(x, y)$$

$$c_1(x, y), c_2(x, y), c_3(x, y), c_4(x, y)$$

$$c_1 e^{j2 \cdot 0^\circ}, c_2 e^{j2 \cdot 45^\circ}, c_3 e^{j2 \cdot 90^\circ}, c_4 e^{j2 \cdot 135^\circ}$$

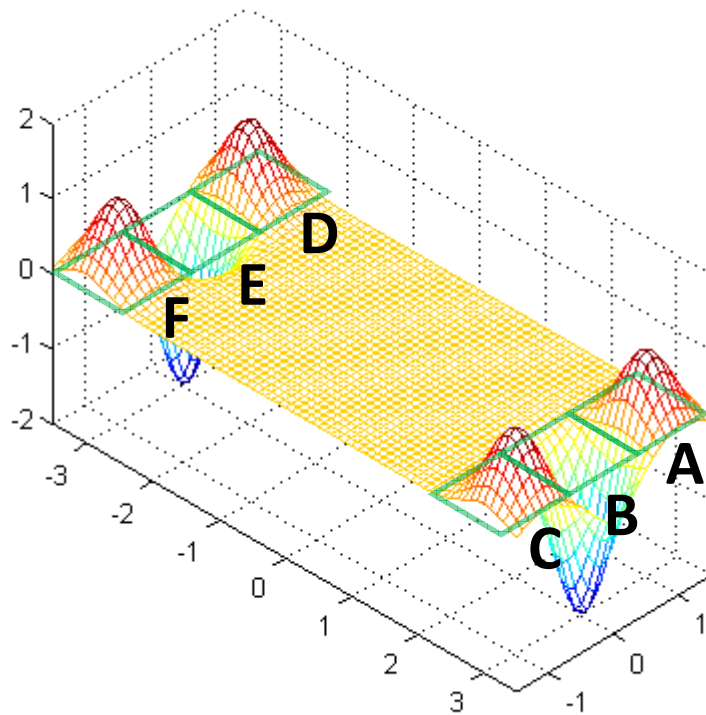
$$\vec{c}(x, y)$$

$$\vec{v}(x, y) = |\vec{c}(x, y)| \cdot e^{j \frac{\text{Angle}[\vec{c}(x, y)]}{2}}$$

Korelācijas vektori
(matching intensity vectors)



2.3. Aproximētas maskas reģioni



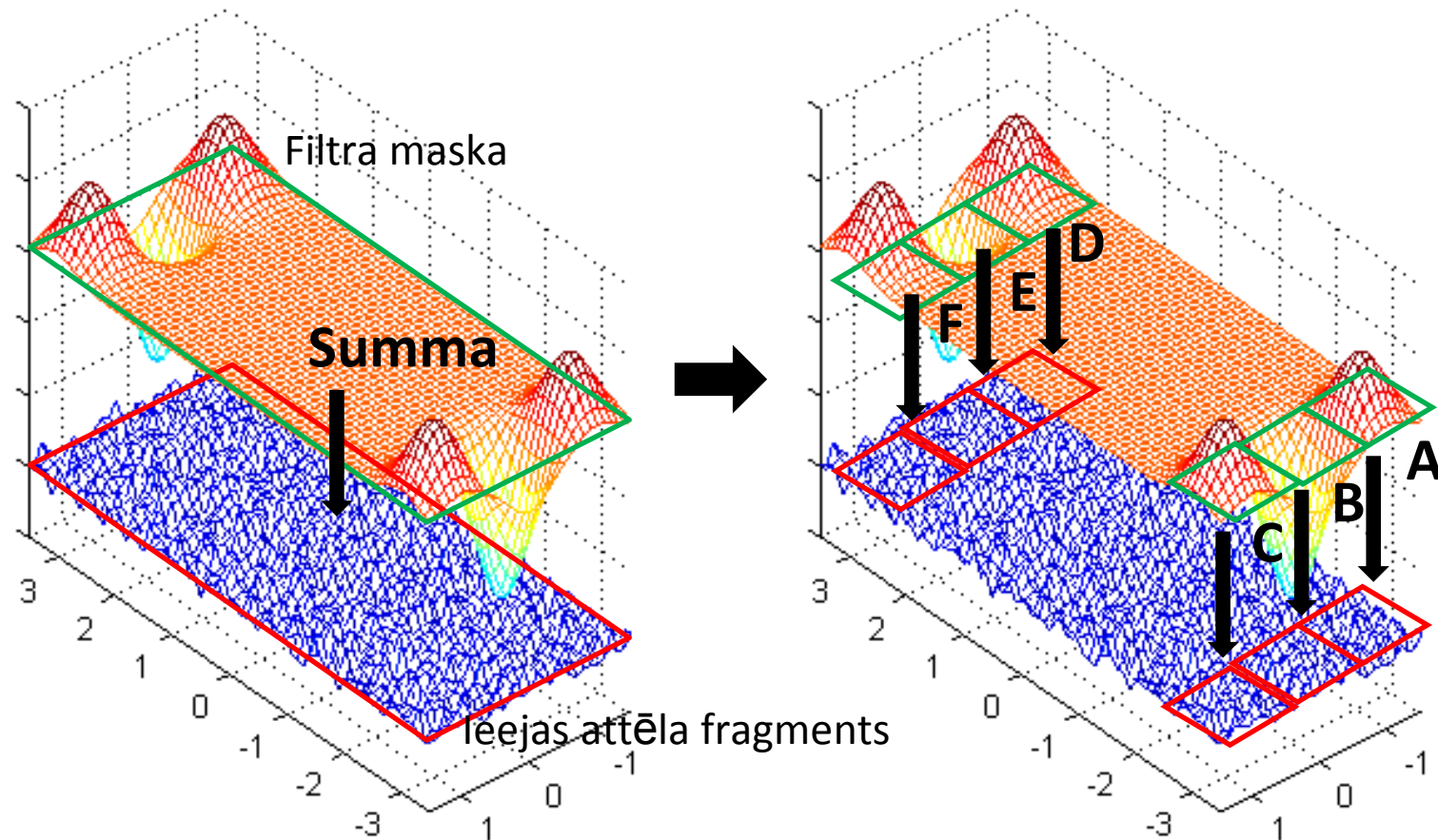
Sadalām filtra masku 6 reģionos:

Katrā reģionā ir 2D Gausa funkcija ar
augstumu $+1/-2$

Maskas līdzkomponente ir 0



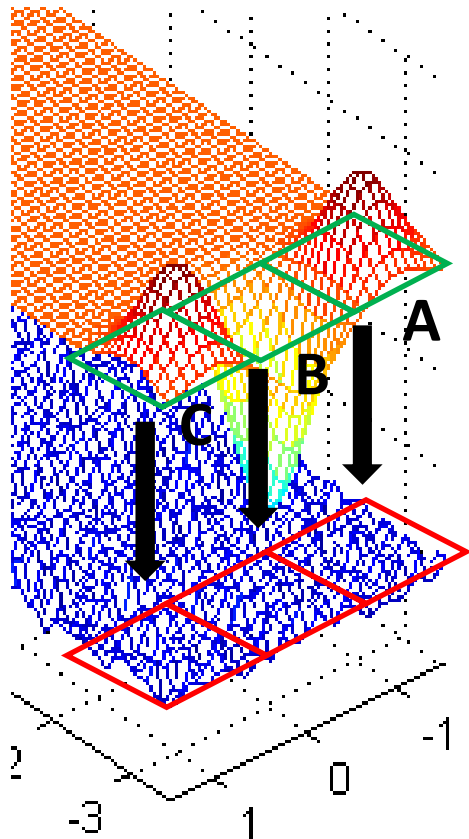
2.4.1. Reizinot masku ar attēla fragmentu...



$$\text{Summa} = A + B + C + D + E + F$$



2.4.2. Reizinot masku ar attēla fragmentu...



Reģions A reizina attēla fragmentu ar 2D Gausa funkciju (ar augstumu +1)

Reģions B reizina attēla fragmentu ar 2D Gausa funkciju (ar augstumu -2)

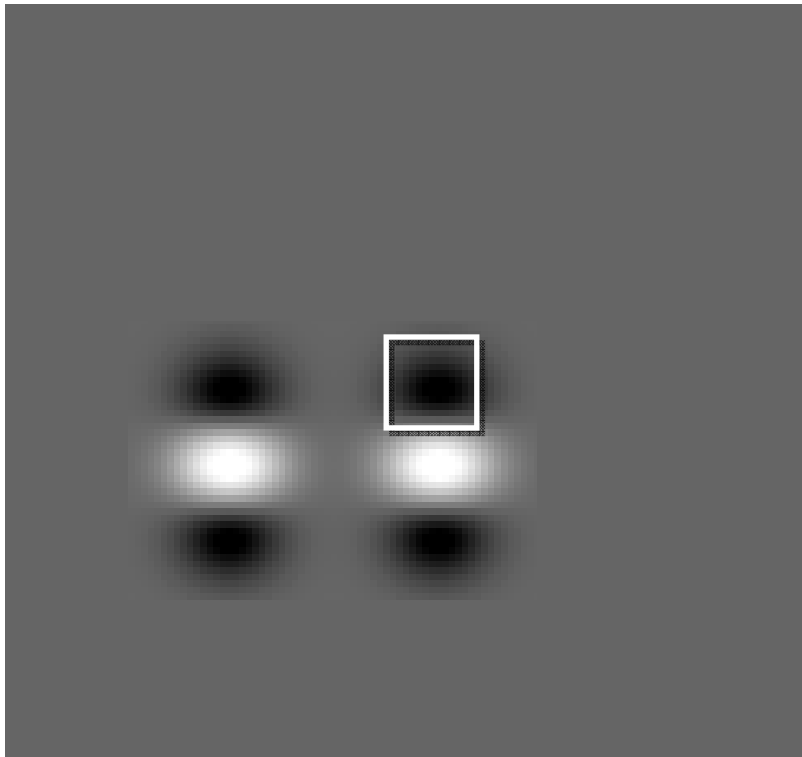
Reģions C reizina attēla fragmentu ar 2D Gausa funkciju (ar augstumu +1)

...

Katrs reģions reizina savu attēla fragmentu ar 2D Gausa funkciju



2.5. Liekie aprēķini

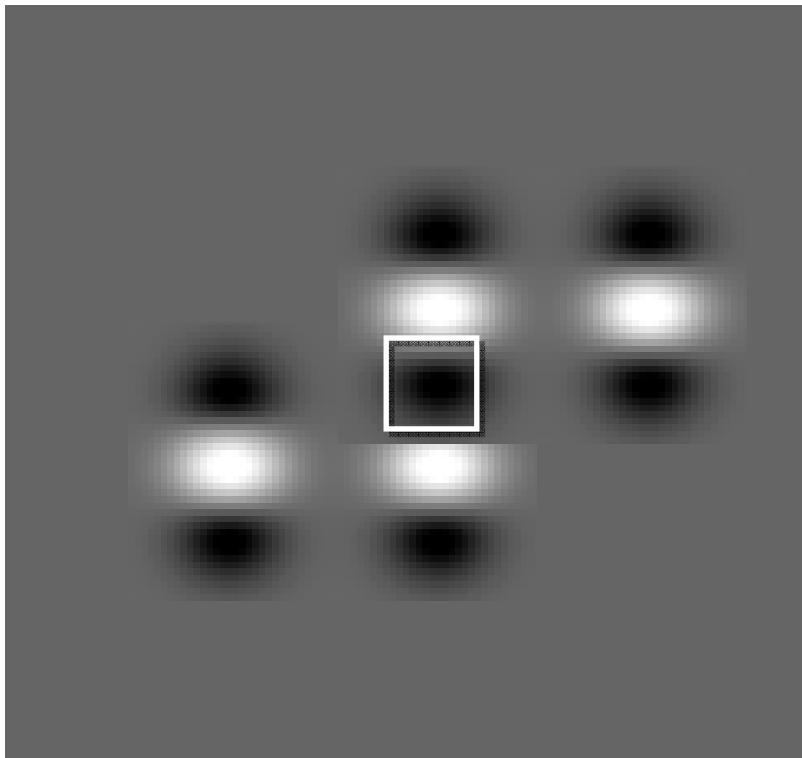


Fiksējām ieejas attēla reģionu un uzliekam virsū filtra masku

Šajā reģionā tiek rēķināts attēla fragmenta reizinājums ar 2D Gausa funkciju



2.5. Liekie aprēķini



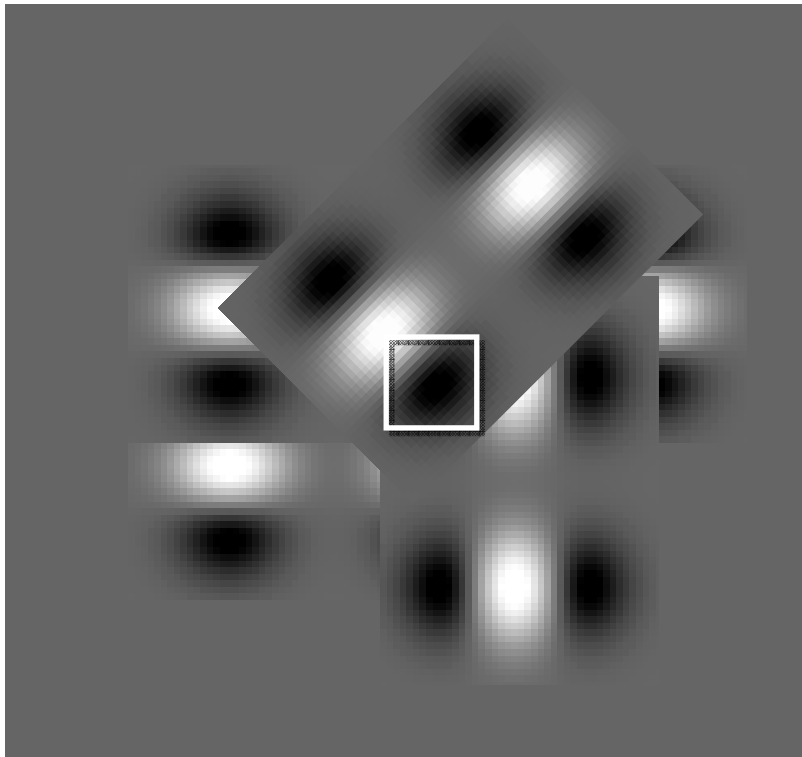
Fiksējām ieejas attēla reģionu un uzliekam virsū filtra masku

Šajā reģionā tiek rēķināts attēla fragmenta reizinājums ar 2D Gausa funkciju

Izpildot visu NH-CMF algoritmu šis reizinājums tiks rēķināts atkārtoti...



2.5. Liekie aprēķini



Fiksējām ieejas attēla reģionu un uzliekam virsū filtra masku

Šajā reģionā tiek rēķināts attēla fragmenta reizinājums ar 2D Gausa funkciju

Izpildot visu NH-CMF algoritmu šis reizinājums tiks rēķināts atkārtoti...

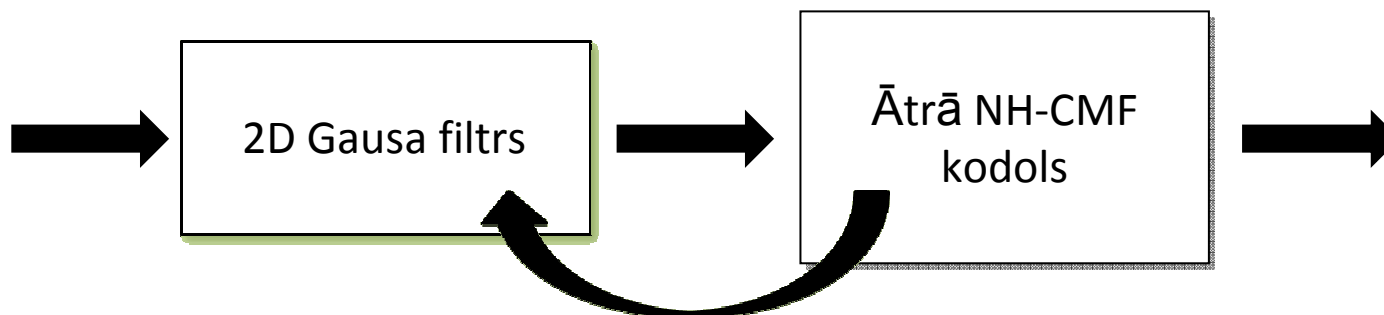
...precīzi 23x reizes!

Risinājums: sareizināt katru iespējamo šāda izmēra ieejas attēla fragmentu ar 2D Gausa funkciju tikai 1x un izmantot atkārtoti šīs vērtības (reusability)

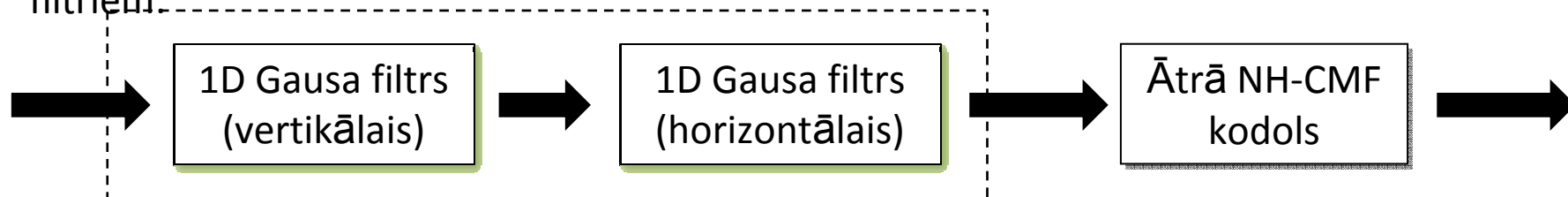


2.6. Ātrā NH-CMF izvedums (2. solis)

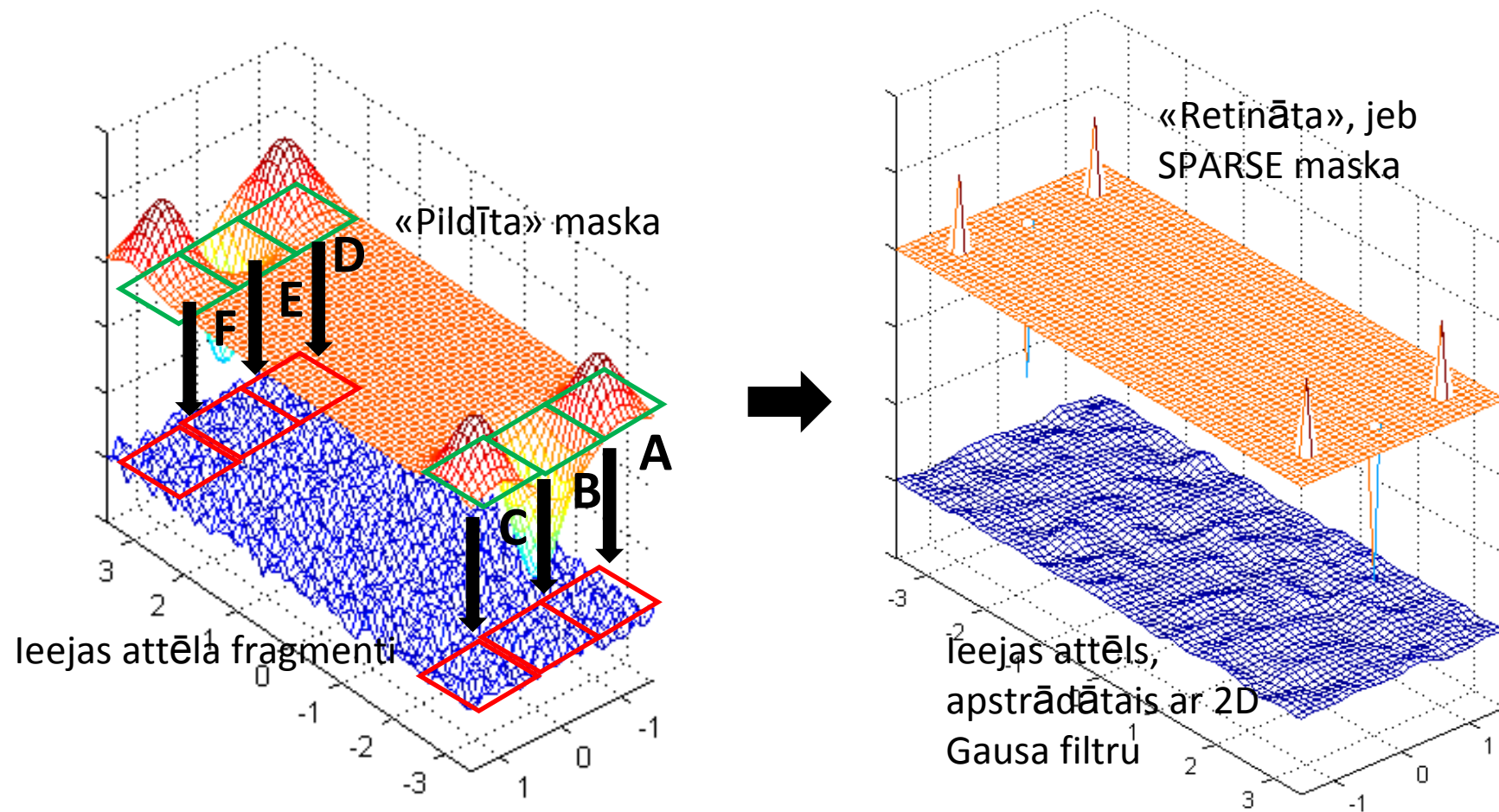
Iznesam ieejas attēla fragmentu reizinājumu ar 2D Gausa funkcijām ārpus NH-CMF kodola, lai izvairīties no liekiem aprēķiniem:



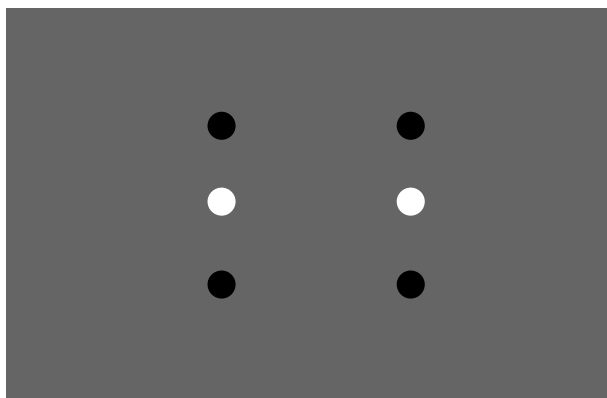
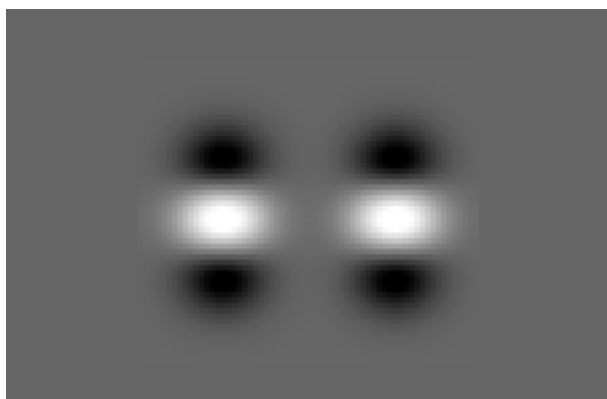
Pēc, piemēram, L. J. van Vliet, I. T. Young, P. W. Verbeek. **Recursive Gaussian Derivative Filters**. Proceedings of the 14th International Conference on Pattern Recognition - Volume 1 (August 16-20, 1998), 2D Gausa filtru realizē ar 2x 1D Gausa filtriem:



2.7. Parēja uz retinātām (SPARSE) maskām



2.8. Retinātas (SPARSE) NH-CMF maskas



Pildīta maska sastāv no 6 reģioniem,
katrā reģionā ir 2D Gausa funkcija ar
augstumu $+1/-2$,
maskas līdzkomponente ir 0.

Katra retināta maska sastāv tikai no 6
pikseliem,
katrs šis pikselis ir ar vērtību $+1/-2$,
maskas līdzkomponente ir 0.

**Retinātas maskas «reizināšanai» ar attēla
fragmentu ir nepieciešamas tikai:**

- 2 bitu nobīdes,
- 2 negācijas, un
- 5 saskaitīšanas operācijas!

Nevienas reizināšanas operācijas.

Strādā tikai kopā ar 2D Gausa filtru ieejā.



2.9. NH-CMF masku dekompozīcija formulās:

$$\underbrace{f(x, y) \otimes \sum_i C_i \cdot G(x - x_i, y - y_i)}_{\text{«Pildīta» maska}} = \underbrace{f(x, y) \otimes G(x, y)}_{\text{Priekšapstrādes filtra maska}} \otimes \underbrace{\sum_i C_i \cdot \delta(x - x_i, y - y_i)}_{\text{SPARSE maska}}$$

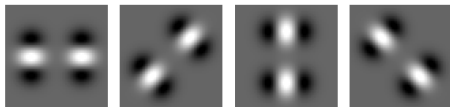
kur:

- $f(x, y)$ – ieejas attēls,
- $G(x, y)$ – funkcija, uz kuras bāzes veic dekompozīciju,
- x_i, y_i – pozīcijas koeficienti,
- C_i – augstuma koeficienti.



2.10. Ātrā NH-CMF izvedums (2. solis)

Dara:

1. Filtrē ieejas attēlu ar 2D Gausa priekšapstrādes filtru
2. Filtrē izpludinātu attēlu ar retinātām maskām:

3. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
4. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:
 $\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$
5. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
6. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Dabū:

«izpludinātais» ieejas attēls

$$s_1(x, y), s_2(x, y), s_3(x, y), s_4(x, y)$$

$$c_1(x, y), c_2(x, y), c_3(x, y), c_4(x, y)$$

$$c_1 e^{j2 \cdot 0^\circ}, c_2 e^{j2 \cdot 45^\circ}, c_3 e^{j2 \cdot 90^\circ}, c_4 e^{j2 \cdot 135^\circ}$$

$$\vec{c}(x, y)$$

$$\vec{v}(x, y) = |\vec{c}(x, y)| \cdot e^{j \frac{\text{Angle}[\vec{c}(x, y)]}{2}}$$

Korelācijas vektori
(matching intensity vectors)

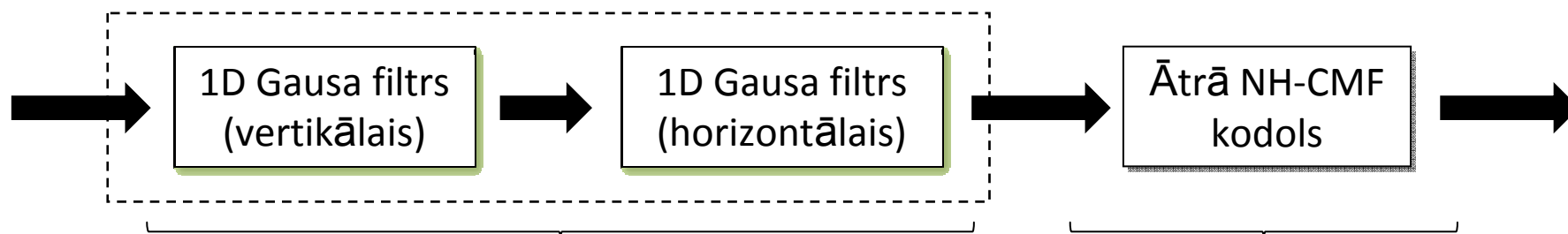


2.11. NH-CMF masku dekompozīcijas ieguvums skaitļos

Bija: 4x konvolūcijas operācijas ar $M_x \cdot M_y$ izmēra maskām,

- Procesoram – vismaz **1 258 291 200** reizināšanas operāciju,
- FPGA – vismaz **32 · 32** reizinātāju 25MHz ātriem aprēķiniem.

Kļuva pēc dekompozīcijas:



Procesoram: Ne vairāk par **4 · 640 · 480 · 5*** «·»,
4 · 640 · 480 · 5 «+», IIR implementācija

FPGA: Ne vairāk par **2 · 32** reizinātāju 25MHz
aprēķiniem, FIR implementācija

4 · 640 · 480 · 5 «+»,
nav «·» operāciju

Tree adder ar 6
ieejām «+», 4
konvolūcijas

* **6 144 000**, pēc L. J. van Vliet, I. T. Young, P. W. Verbeek.
Recursive Gaussian Derivative Filters.



2.12. Nobeiguma uzdevums

Bija: 4x konvolūcijas operācijas ar $M_x \cdot M_y$ izmēra maskām,

- Procesoram – vismaz 1 258 291 200 reizināšanas operāciju,
- FPGA – vismaz 32 · 32 reizinātāju 25MHz ātriem aprēķiniem.

Kļuva pēc dekompozīcijas:



Proce

optimizēt arī šo

FPGA:

Ne vairāk par 2 · 32 reizinātāju 25MHz
aprēķiniem, FIR implementācija

4 · 640 · 480 · 5 «+»,
nav «·» operāciju

Tree adder ar 6

reejām «+», 4
konvolūcijas

* 6 144 000, pēc L. J. van Vliet, I. T. Young, P. W. Verbeek.
Recursive Gaussian Derivative Filters.



3. Apvienotais ātrā NH-CMF kodols

Iegultā sistēmā (jeb FPGA) paliek aktuāls:

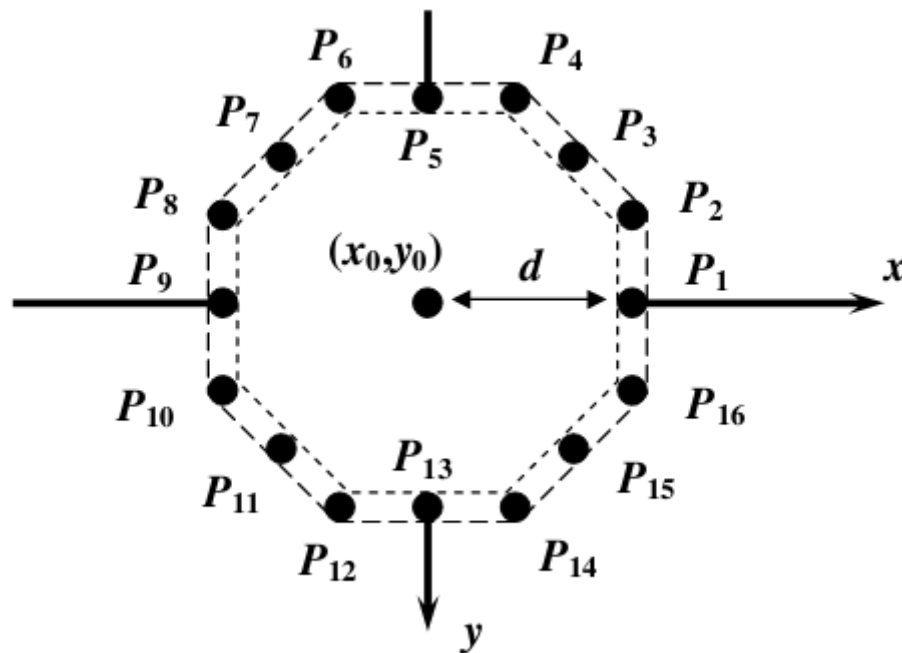
Vai var 4 konvolūcijas izpildīt, izlaižot attēlu caur NH-CMF SPARSE mezglu tikai 1 reizi?



3.1. Apvienotais ātrā NH-CMF kodols

Iegultā sistēmā (jeb FPGA) paliek aktuāls:

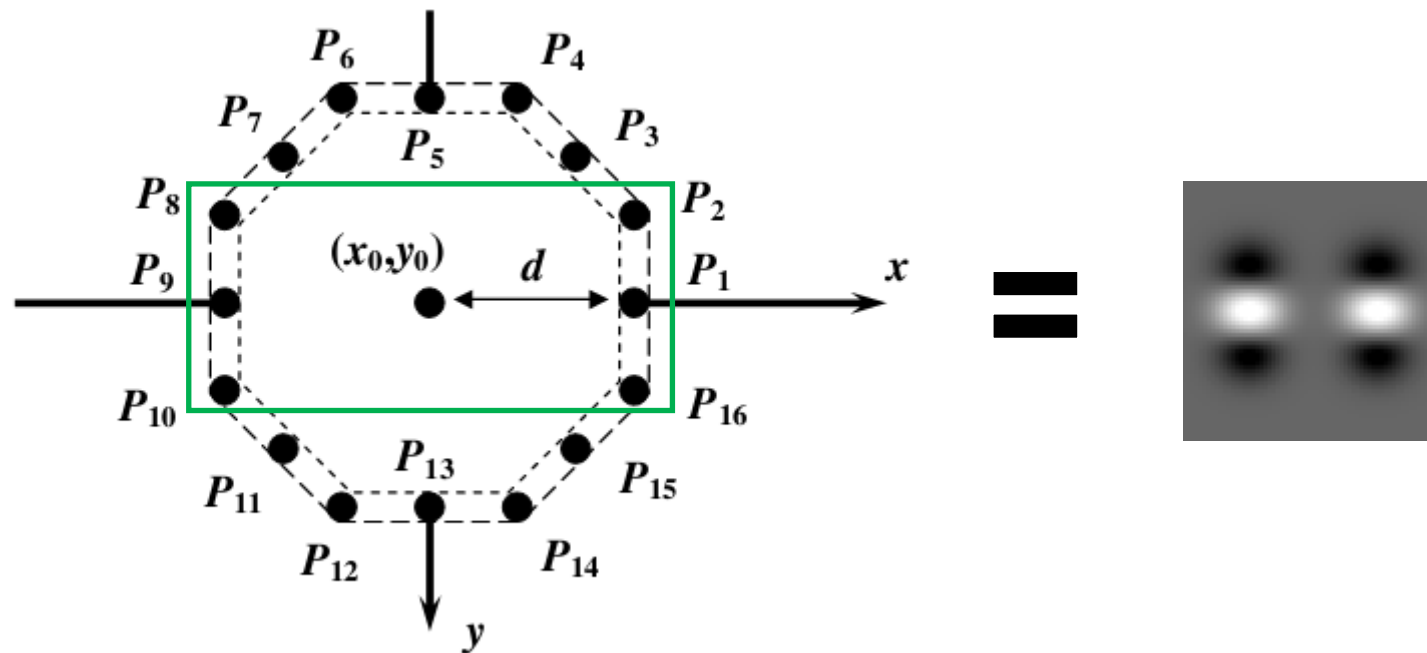
Vai var 4 konvolūcijas izpildīt, izlaižot attēlu caur NH-CMF SPARSE mezglu tikai 1 reizi?



3.1. Apvienotais ātrā NH-CMF kodols

Iegultā sistēmā (jeb FPGA) paliek aktuāls:

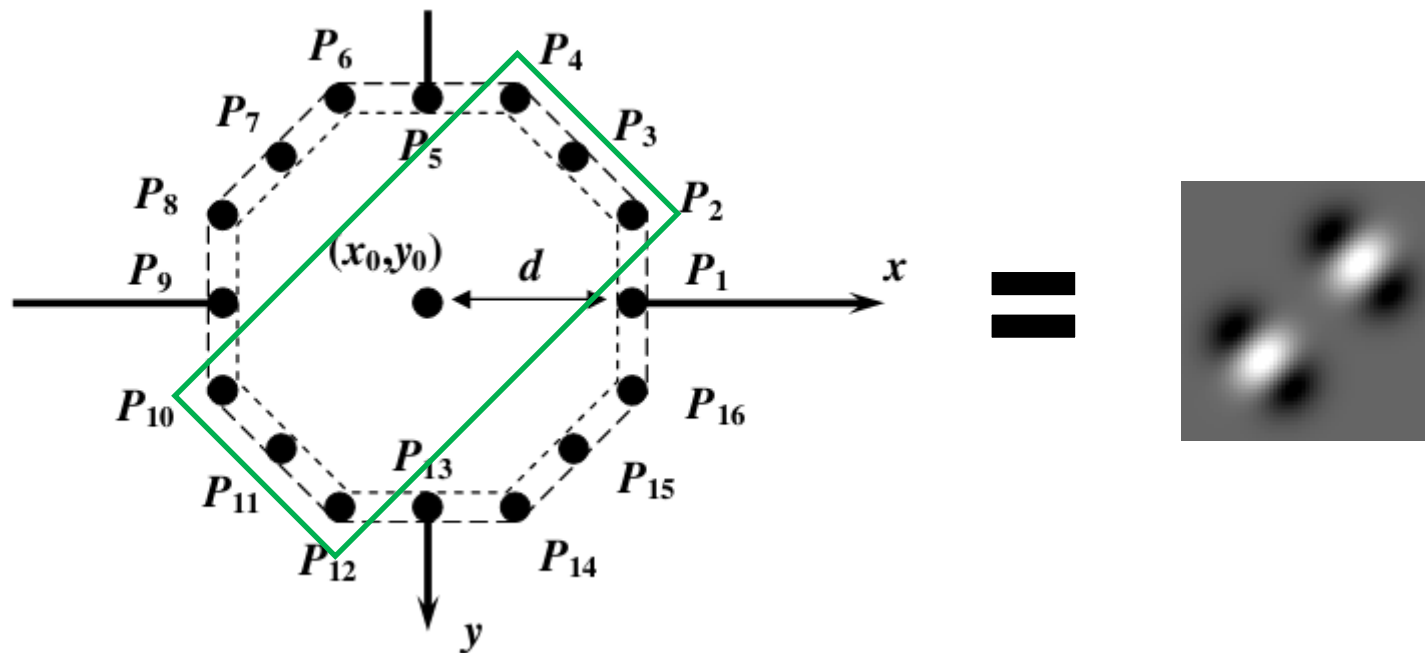
Vai var 4 konvolūcijas izpildīt, izlaižot attēlu caur NH-CMF SPARSE mezglu tikai 1 reizi?



3. Apvienotais ātrā NH-CMF kodols

Iegultā sistēmā (jeb FPGA) paliek aktuāls:

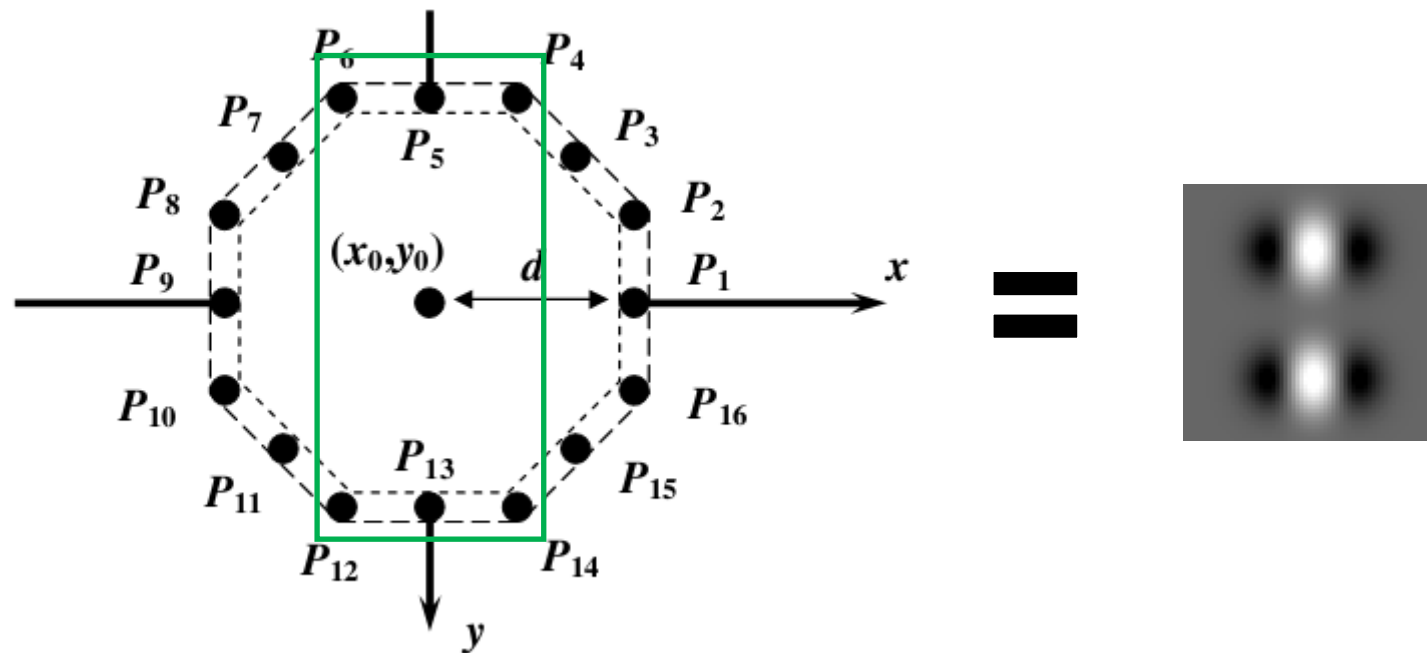
Vai var 4 konvolūcijas izpildīt, izlaižot attēlu caur NH-CMF SPARSE mezglu tikai 1 reizi?



3.1. Apvienotais ātrā NH-CMF kodols

Iegultā sistēmā (jeb FPGA) paliek aktuāls:

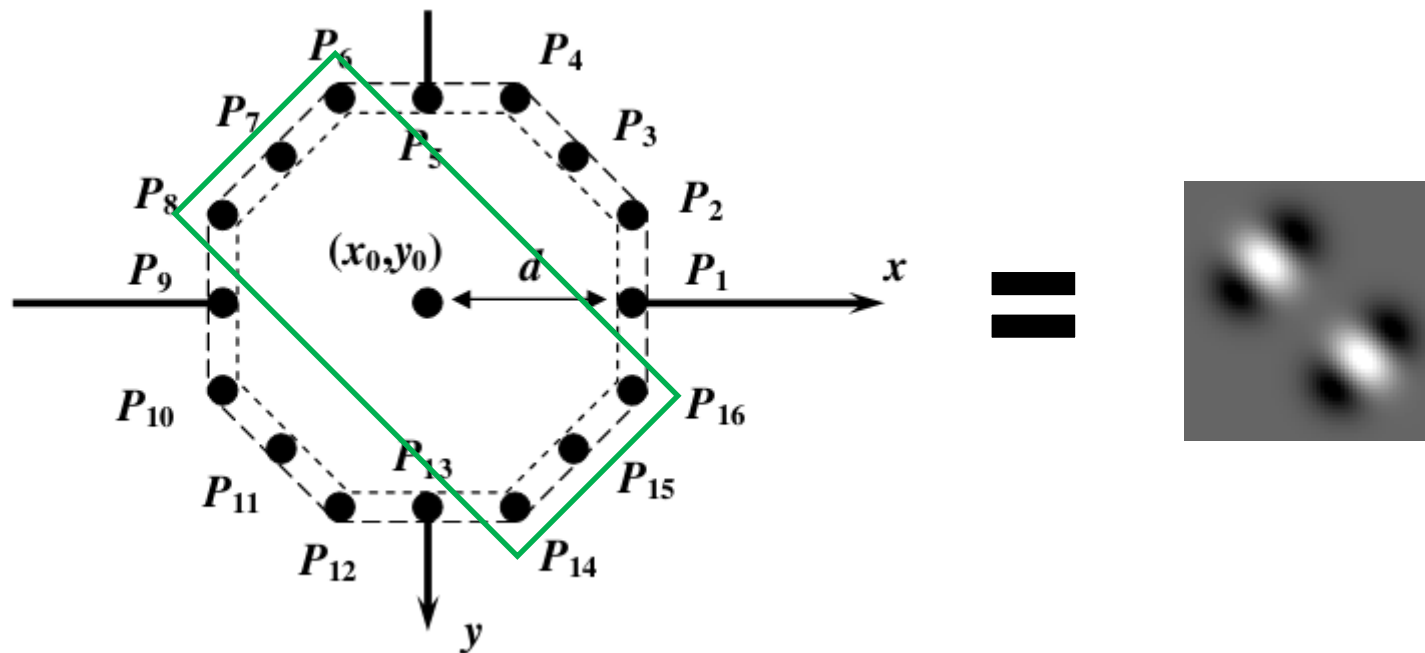
Vai var 4 konvolūcijas izpildīt, izlaižot attēlu caur NH-CMF SPARSE mezglu tikai 1 reizi?



3.1. Apvienotais ātrā NH-CMF kodols

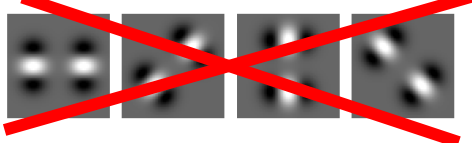
Iegultā sistēmā (jeb FPGA) paliek aktuāls:

Vai var 4 konvolūcijas izpildīt, izlaižot attēlu caur NH-CMF SPARSE mezglu tikai 1 reizi?



3.2. Ātrā NH-CMF izvedums (3. solis)

Dara:

1. Filtrē ieejas attēlu ar 2D Gausa priekšapstrādes filtru
2. Filtrē izpludinātu attēlu ar retinātām maskām:

3. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
4. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:
 $\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$
5. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
6. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Dabū:

«izpludinātais» ieejas attēls

$$s_1(x, y), s_2(x, y), s_3(x, y), s_4(x, y)$$

$$c_1(x, y), c_2(x, y), c_3(x, y), c_4(x, y)$$

$$c_1 e^{j2 \cdot 0^\circ}, c_2 e^{j2 \cdot 45^\circ}, c_3 e^{j2 \cdot 90^\circ}, c_4 e^{j2 \cdot 135^\circ}$$

$$\vec{c}(x, y)$$

$$\vec{v}(x, y) = |\vec{c}(x, y)| \cdot e^{j \frac{\text{Angle}[\vec{c}(x, y)]}{2}}$$

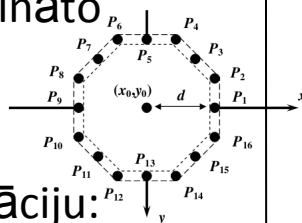
Korelācijas vektori
(matching intensity vectors)



3.2. Ātrais NH-CMF (Fast NH-CMF)

Dara:

1. Filtrē ieejas attēlu ar 2D Gausa priekšapstrādes filtru
2. Apstrādā izpludinātu attēlu ar retināto apvienoto ātrā NH-CMF kodolu:
3. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
4. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:
 $\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$
5. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
6. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:



Dabū:

«izpludinātais» ieejas attēls

$$s_1(x, y), s_2(x, y), s_3(x, y), s_4(x, y)$$

$$c_1(x, y), c_2(x, y), c_3(x, y), c_4(x, y)$$

$$c_1 e^{j2 \cdot 0^\circ}, c_2 e^{j2 \cdot 45^\circ}, c_3 e^{j2 \cdot 90^\circ}, c_4 e^{j2 \cdot 135^\circ}$$

$$\vec{c}(x, y)$$

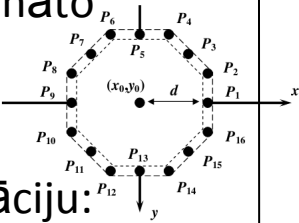
$$\vec{v}(x, y) = |\vec{c}(x, y)| \cdot e^{j \frac{\text{Angle}[\vec{c}(x, y)]}{2}}$$

Korelācijas vektori
(matching intensity vectors)



4. Ātrais NH-CMF skaitļos

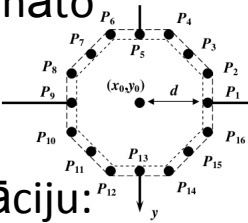
Dara:

1. Filtrē ieejas attēlu ar 2D Gausa priekšapstrādes filtru
2. Apstrādā izpludinātu attēlu ar retināto apvienoto ātrā NH-CMF kodolu:
3. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
4. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:
 $\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$
5. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
6. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:



4.1. Ātrais NH-CMF procesorā

Dara:

1. Filtrē ieejas attēlu ar 2D Gausa priekšapstrādes filtru
2. Apstrādā izpludinātu attēlu ar retināto apvienoto ātrā NH-CMF kodolu:
3. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
4. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:
 $\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$
5. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
6. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Sarežģītība:



Ne vairāk par 6 144 000 («·, +»)



Ne vairāk par 6 144 000 («+»)



$640 \cdot 480 = 307\,200$ («CMP, =0»)



$2 \cdot 640 \cdot 480 = 614\,400$ («NEG»)



$3 \cdot 640 \cdot 480 = 921\,600$ («+»)



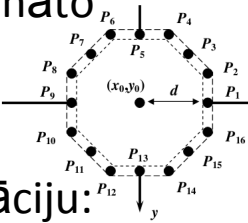
$640 \cdot 480 = 307\,200$

(«ABS, ANGLE, /2, EXP(J)»)



4.2. Ātrais NH-CMF FPGA platformā

Dara:

1. Filtrē ieejas attēlu ar 2D Gausa priekšapstrādes filtru
2. Apstrādā izpludinātu attēlu ar retināto apvienoto ātrā NH-CMF kodolu:
3. Nullē rezultātus ar negatīvo korelāciju:
(Halo efekta novākšana)
4. Pārvērš filtrēšanas rezultātus kompleksā formā:
 $\cdot e^{j2 \cdot \text{maskas_leņķis}}$
5. Summē iegūtas kompleksās vērtības kopā:
6. Samazina iegūtai vērtībai leņķi 2x:

Sarežģītība:



Ne vairāk par 64 reizinātājiem



4 summatori «tree adder» ar 6 ieejām



4 «ramp» funkcijas («CMP, =0») mezgli



2 negācijas («NEG») mezgli



summators «tree adder» ar 4 ieejām



2 «CORDIC» mezgli

(«ABS, ANGLE, /2, EXP(J)»)



4.3. Ātrā NH-CMF sasniegumi

Procesora sistēmām:

- Vismaz 1 258 291 200 («·»)
- ↓
- Ne vairāk par 6 144 000 («·, +»)
- Ne vairāk par 6 144 000 («+»)

FPGA sistēmām:

- 4 · 32·32, vai 32·32 («shared») reizinātājiem 25MHz clock datiem
- ↓
- Ne vairāk par 64 reizinātājiem pie 25MHz
- Tikai viena «konvolūcija», reālā laikā

Par projektā veiktajiem pētījumiem ir iesniegts Eiropas patenta pieteikums "Biometric Authentication Apparatus And Biometric Authentication Method". Patenta pieteikuma Nr. PCT/LV2012/000005.



Paldies!

Jautājumi?

Šī prezentācija un pētījums ir tapis ar ERAF projekta
„Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” atbalstu
Nr.2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS SAVIENĪBA





Biometrijas datu šifrēšana un salīdzināšana viedkartē

**ERAF projekta „Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” 1. seminārs.**

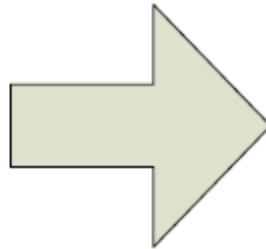
Projekta Nr. 2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098.

Artūrs Kadiķis

BiTe seminārs 3.06.2013.

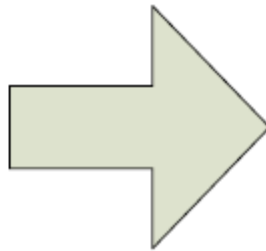
Kas ir kriptogrāfija?

Čau, Jāni!



00101010...10111

Čau, Jān!



10101001...10100



Biometrija



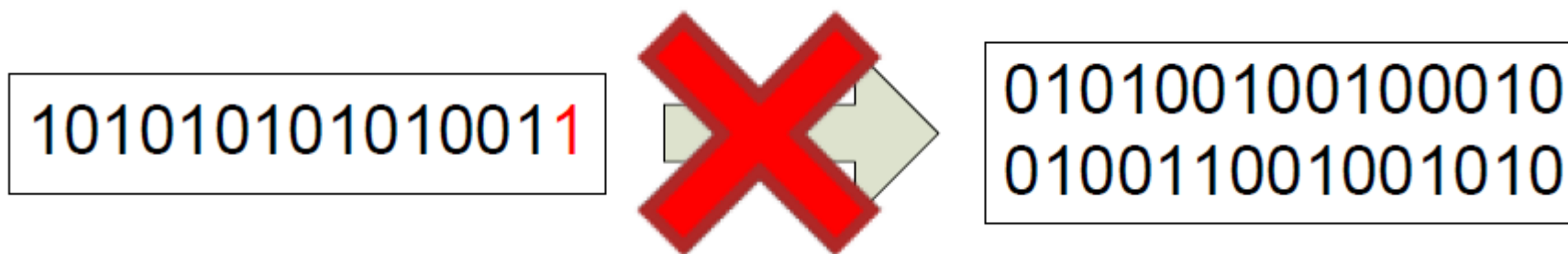
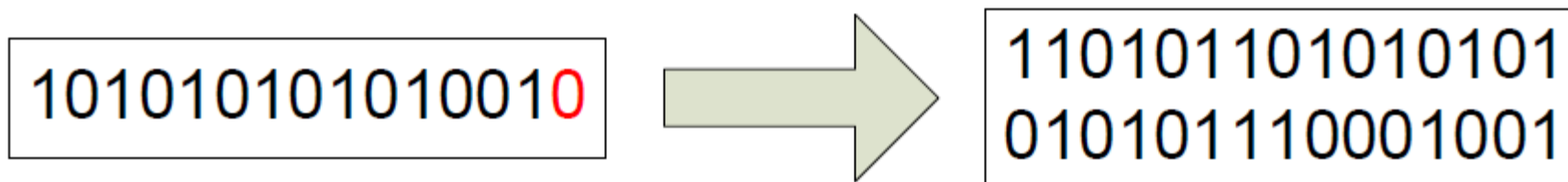
Artūrs Kadiķis

BiTe Seminārs 3.06.2013.

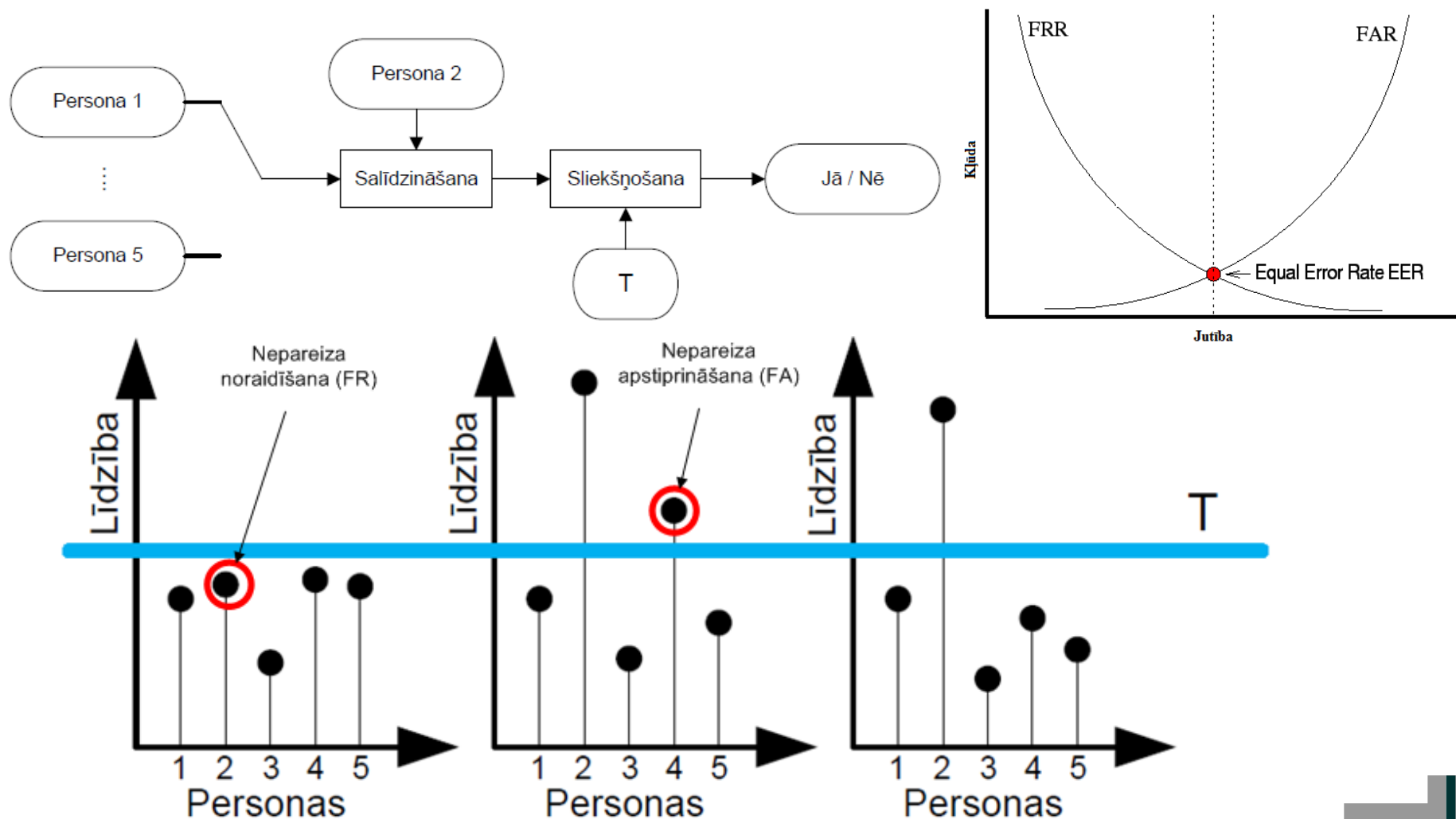
ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS



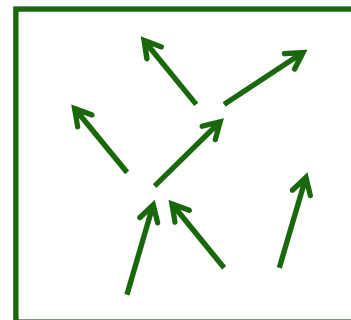
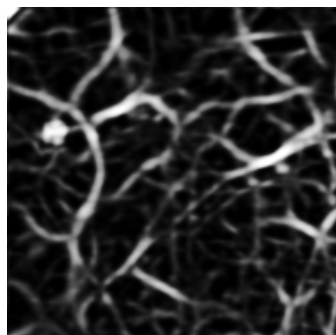
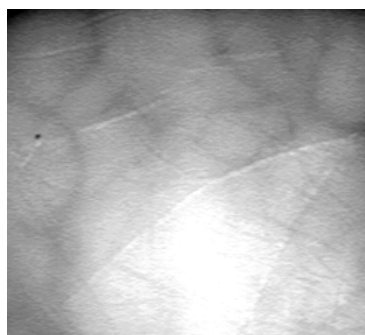
Biometrijas datu šifrēšana



Biometrijas datu salīdzināšana

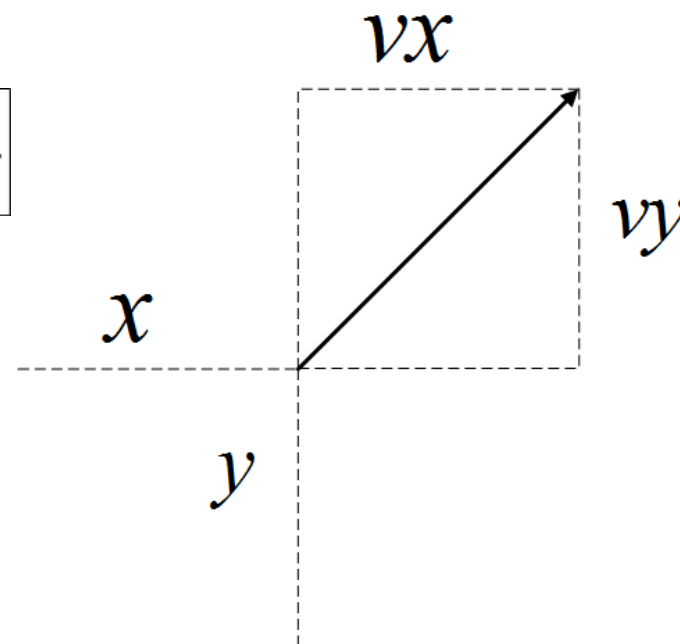


Biometrijas dati

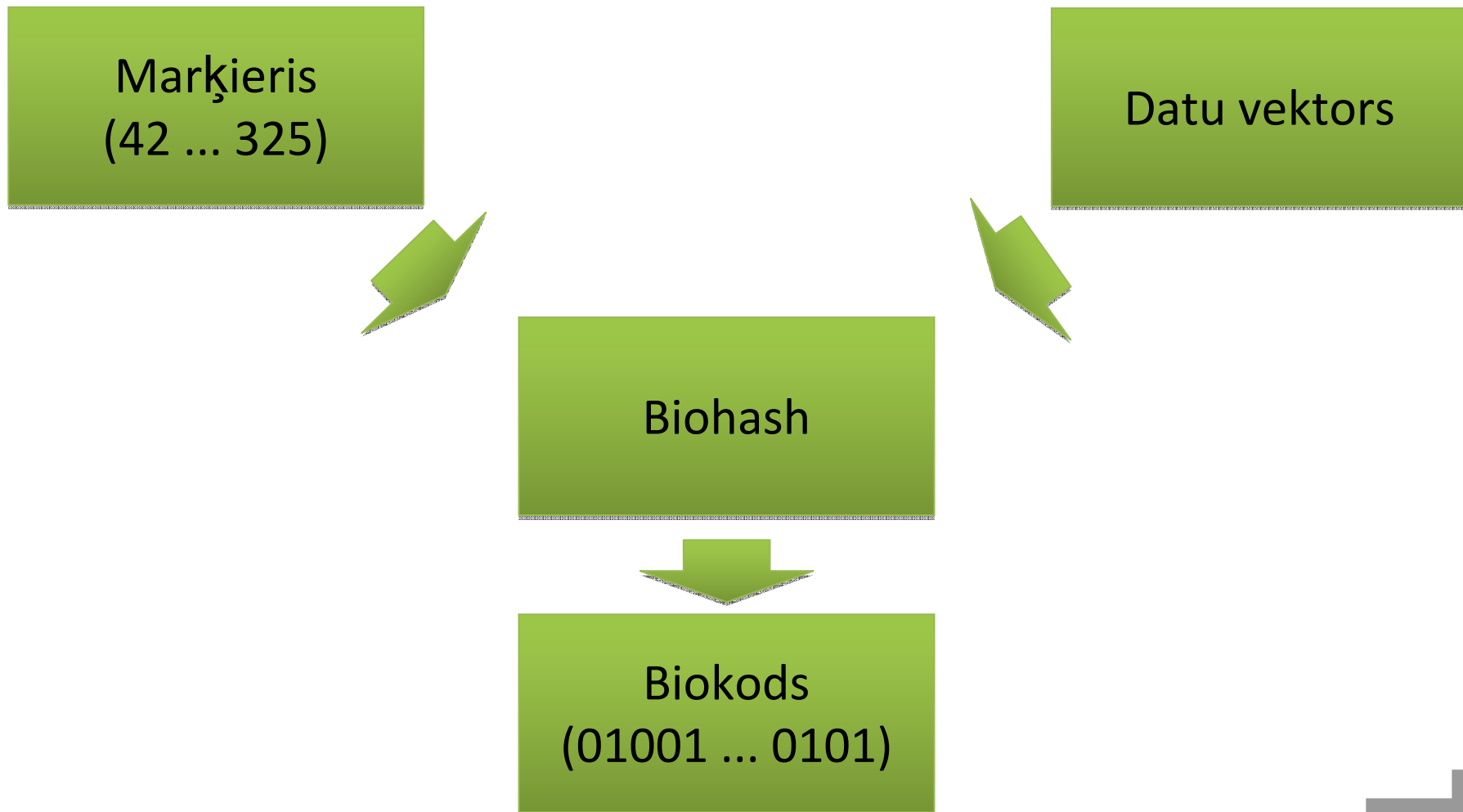


x1	y1	vx1	vy1		x64	y64	vx64	vy64
----	----	-----	-----	-------	-----	-----	------	------

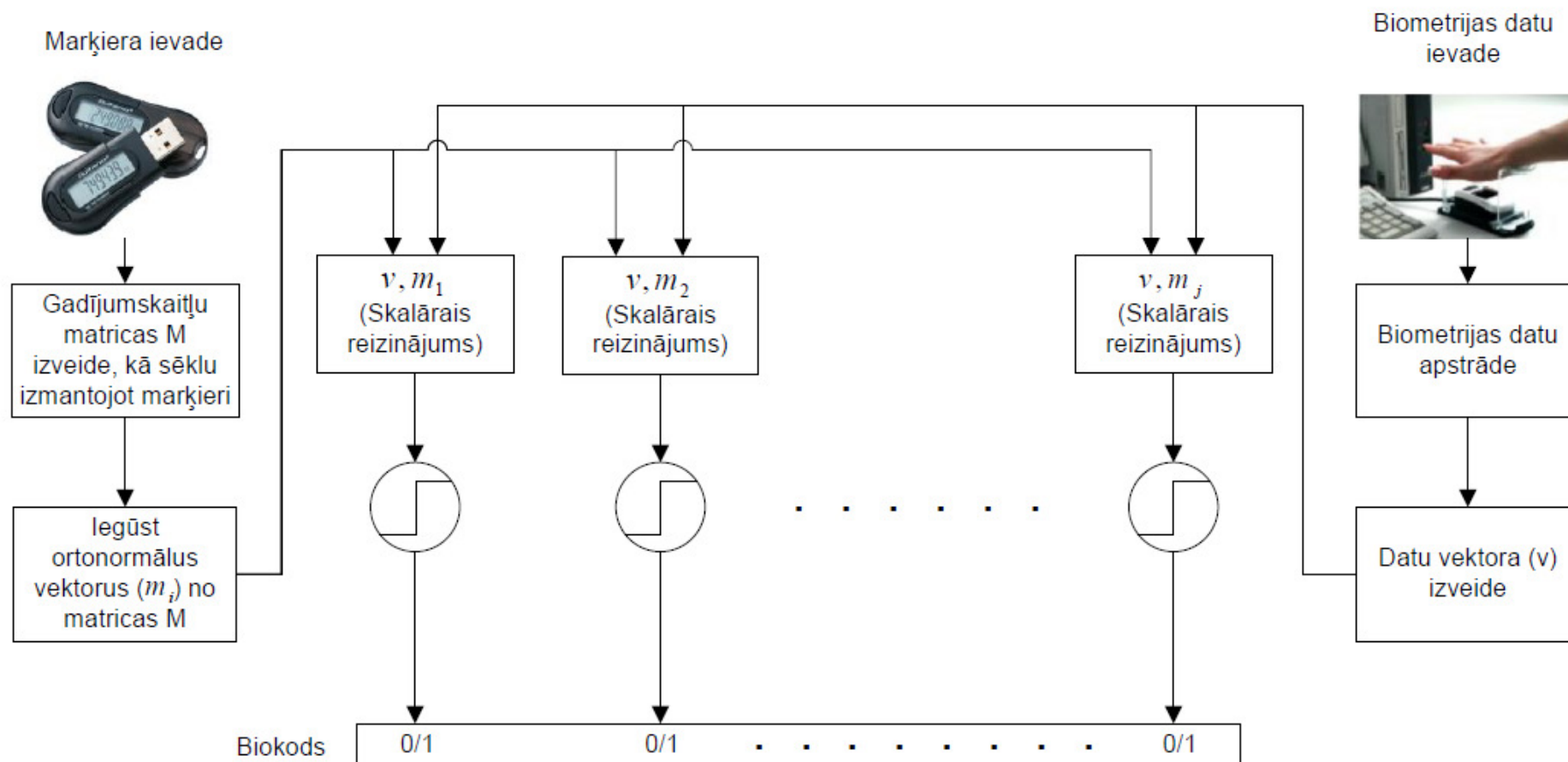
Datu vektora pamatinformācija



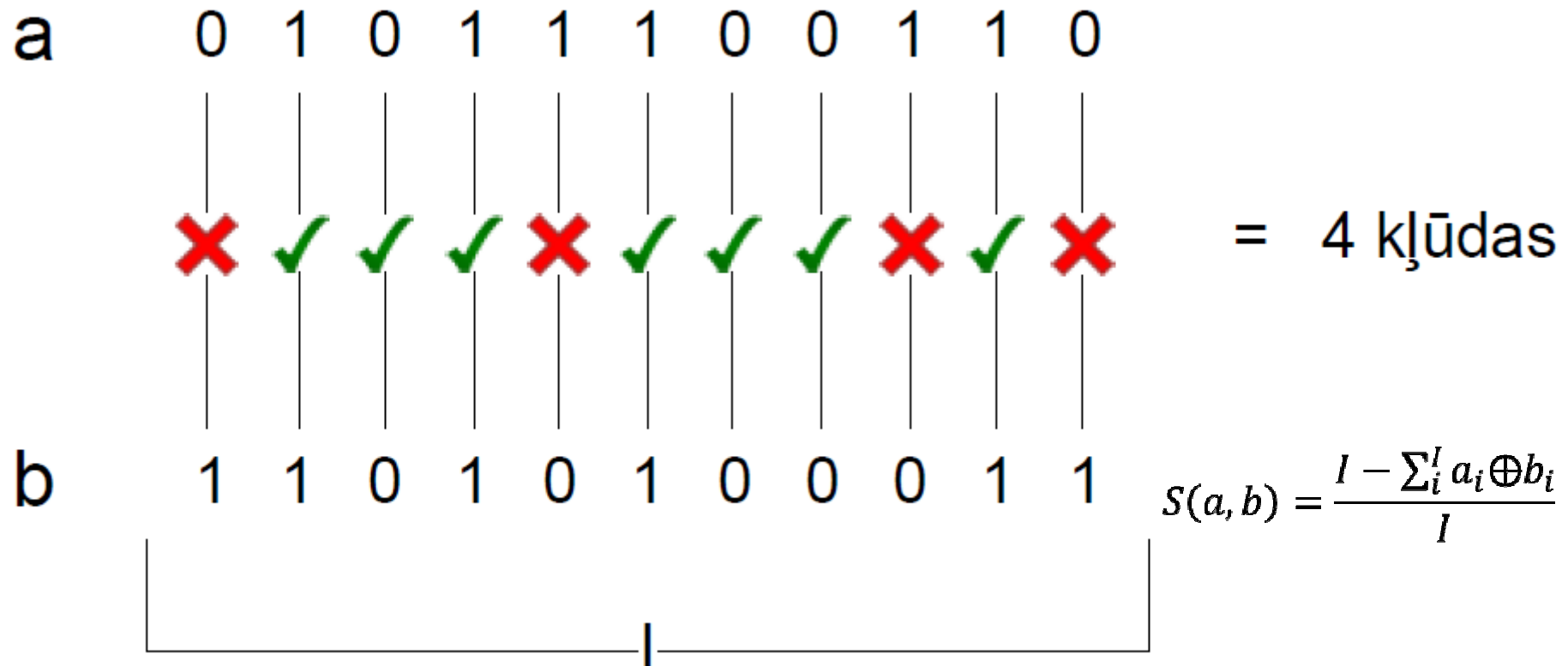
Biohash algoritms



Biohash aprēķināšana



Biokodu salīdzināšana



Datu vektora papildināšana

Pamatinformācija

+

???



Šifrētas salīdzināšanas rezultāti

Datu vektora saturs	Sliekšņu vērtības	Datu vektora kopijas	Izmantota bitu stabilitātes informācija	EER
Pamatinf.	0	1	Nē	16.87 %
Pamatinf.	Mediāna	1	Ne	6.40 %
Pamatinf.+ int. Vekt.	Mediāna	1	Nē	3.18 %
Pamatinf.+ int. Vekt.	Mediāna	3	Nē	2.33 %
Pamatinf.+ int. Vekt.	Mediāna	3	Jā	0.09 %



Java viedkarte

- Viedkarte – plastikāta karte ar mikroprocesoru
- Nodrošina papildus drošību



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 %



Rezultāti

- Pielāgota un realizēta biometrijas datu šifrētas salīdzināšanas metode, kas ir pielīdzināma nešifrētu datu salīdzināšanai
- Realizēti gan šifrētu, gan nešifrētu datu salīdzināšanas algoritmi Java viedkartē



Secinājumi

- Jo lielāks kļūst datu vektors un līdz ar to biokoda garums, jo mazāka ir salīdzināšanas kļūda
- Ir iespējams uzlabot biokodu salīdzināšanu izmantojot informāciju par bitu statistiku
- Viedkartē ir iespējams veikt šifrētu datu salīdzināšanu



Paldies!

Jautājumi?

Šī prezentācija un pētījums ir tapis ar ERAF projekta
„Multimodālas biometrijas tehnoloģija drošai un ērtai
personu autentifikācijai (BiTe)” atbalstu
Nr.2010/0285/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/098



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS SAVIENĪBA

