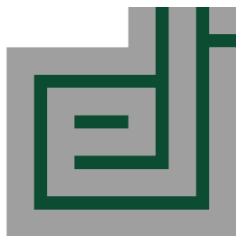


ELEKTRONIKAS UN
DATORZINĀTŅU
INSTITŪTS



INSTITUTE OF
ELECTRONICS AND
COMPUTER SCIENCE



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919

REĀLA LAIKA 2D DATU MASĪVU APSTRĀDES PAŅĒMIENU IZPĒTE IZMANTOŠANAI IEGULTĀS SISTĒMĀS.

Teodors Eglītis

Promocijas darba vadītājs:

Dr.sc.comp. **Modris Greitāns**, direktors,
Elektronikas un datorzinātņu institūts

Rīga 2014

Saturs

- Kas es esmu?
- Iepriekšējais darbs
 - demonstrācija
 - iegulta sistēma
 - reāla laika sistēma
 - 2D datu masīvu apstrādes paņēmieni
- Turpmākais darbs

Kas es esmu?

Teodors Eglītis EDI, pētnieks

Iepriekšējā izglītība:

- 2012-2014 – RTU – akadēmiskais maģistra grāds, elektronika
- 2009-2012 – RTU – inženierzinātņu bakalaura grāds, elektronika
- 2003-2009 – RV1.Ģ

Pētījumu projekti:

ERAF PALMS- Eiropas Reģionālā attīstības fonda projekts „Plaukstu datu nolasīšanas un apstrādes sistēma (PALMs)” īstenošana. Vienošanās Nr.2013/0035/2DP/2.1.1.1.0/13/APIA/VIAA/015.

Elektronikas inženieris

3DAtA - „Pētījums Nr.1.10. „Volumetrisku trīs dimensiju attēlu veidošanas tehnoloģiju pētījumi”

Deleģēta rūpnieciskā pētījuma daļa „DICOM standarta attēlu datu transformācijas 3D telpisko attēlu displejam”

Pētnieks

Iepriekšējais darbs

Publikācijas:

Mihails Pudzs, Rihards Fuksis, Rinalds Ruskuls, Davis Barkans, Teodors Eglītis, Modris Greitans, **“FPGA Implementation of CMF for Embedded Palm Biometric System”**, 21st European Signal Processing Conference, EUSIPCO 2013, Marrakech, Morocco, September 9-13, 2013.

Mihails Pudzs, Rihards Fuksis, Rinalds Ruskuls, Teodors Eglītis, Arturs Kadikis, Modris Greitans, **“FPGA based palmprint and palm vein biometric system”**, 12th International Conference of the Biometrics Special Interest Group, BIOSIG 2013, Darmstadt, Germany, September 4-6, 2013, pp. 321-328.

Mihails Pudzs, Rihards Fuksis, Modris Greitans, Teodors Eglītis, **“A bank of fast matched filters by decomposing the filter kernel”**, Visual Communications and Image Processing Conference (VCIP), University of Malaya (UM), Kuching, Sarawak, Malaysia, November 12-20, 2013

Teodors Eglītis, Mihails Pudzs, Modris Greitans, **“Bimodal palm biometric feature extraction using a single RGB image”**, 13th International Conference of the Biometrics Special Interest Group, BIOSIG 2014, Darmstadt, Germany, September 10-12, 2014.



Best poster award



*Daļa no maģistra darba /
pašlaik aktuālais darbs*

Publikācijas:

Mihails Pudzs, Rihards Fuksis, Rinalds Ruskuls, Davis Barkans, Teodors Eglītis, Modris Greitans, **“FPGA Implementation of CMF for Embedded Palm Biometric System”**, 21st European Signal Processing Conference, EUSIPCO 2013, Marrakech, Morocco, September 9-13, 2013.

Mihails Pudzs, Rihards Fuksis, Rinalds Ruskuls, Teodors Eglītis, Arturs Kadikis, Modris Greitans, **“FPGA based palmprint and palm vein biometric system”**, 12th International Conference of the Biometrics Special Interest Group, BIOSIG 2013, Darmstadt, Germany, September 4-6, 2013, pp. 321-328.

Mihails Pudzs, Rihards Fuksis, Modris Greitans, Teodors Eglītis, **“A bank of fast matched filters by decomposing the filter kernel”**, Visual Communications and Image Processing Conference (VCIP), University of Malaya (UM), Kuching, Sarawak, Malaysia, November 12-20, 2013

Teodors Eglītis, Mihails Pudzs, Modris Greitans, **“Bimodal palm biometric feature extraction using a single RGB image”**, 13th International Conference of the Biometrics Special Interest Group, BIOSIG 2014, Darmstadt, Germany, September 10-12, 2014.



Best poster award



*Daļa no maģistra darba /
pašlaik aktuālais darbs*

PALMS sistēma, manis paveiktais tās tapšanā



Iegultā sistēma

Miniatūra specializēta datoru sistēma, kas izstrādāta, lai nodrošinātu noteiktu kontroles un vadības funkciju veikšanu.

*Parasti veidota uz mikroprocesora vai **FPGA** bāzes.*



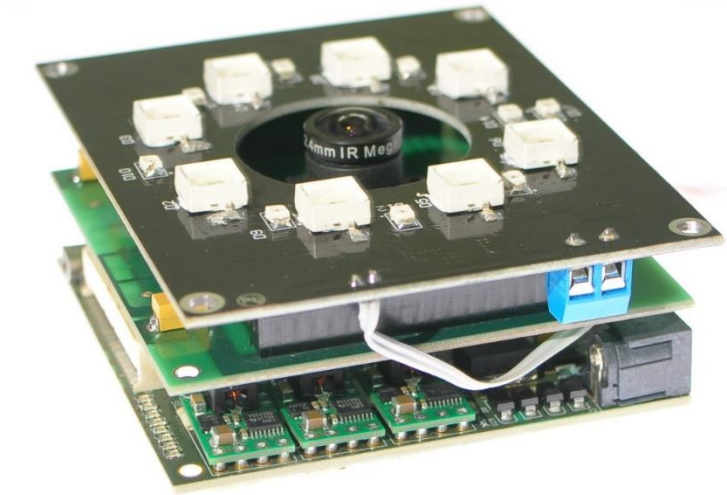
Iegūlta sistēma



Reāla laika sistēma

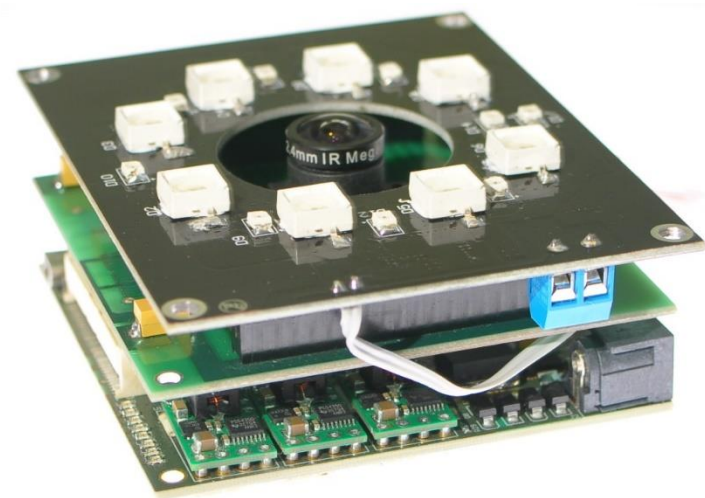
- *Sistēma, kurai uzdevums jāpaveic noteiktā laika periodā (laika konstantē) – pretēji tam ir konsekvences*
- *Sistēma, kura izpilda uzdevumu īsā laikā – parasti sistēmas izejas dati atbilst kādam notikumam fizikālajā pasaulē.*

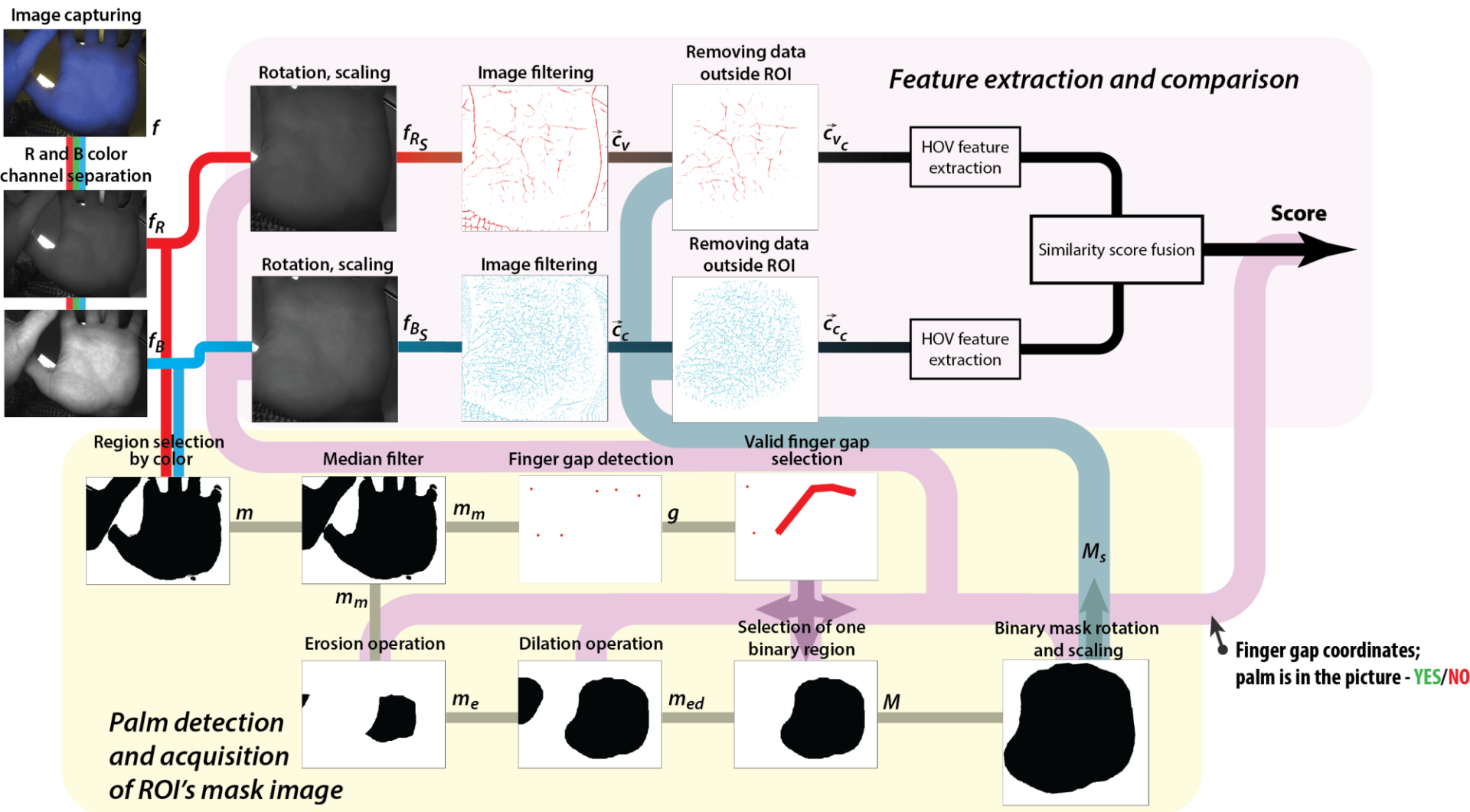
<http://www.le.ac.uk/>



Ar ko ir īpaši PALMS sistēma?

- Algoritmi implementēti **FPGA**;
- Iekārtas ieejā – attēls ar izšķirtspēju 640x480, **50** kadri sekundē.





Galvenās daļas:

Attēlu uzņemšana – 2 biometriskās pazīmes vienā attēlā;

Plaukstas detektēšana, ROI izdalīšana;

Pilnīga biometrisko pazīmju atdalīšana, izmantojot salāgotu filtrāciju.

Galvenās daļas:

Attēlu uzņemšana – 2 biometriskās pazīmes vienā attēlā;

Plaukstas detektēšana, ROI izdalīšana;

Pilnīga biometrisko pazīmju atdalīšana, izmantojot salāgotu filtrāciju.

Pielietoti 2D datu masīvu apstrādes paņēmieni

Attēlu uzņemšana – 2 biometriskās
pazīmes vienā attēlā;

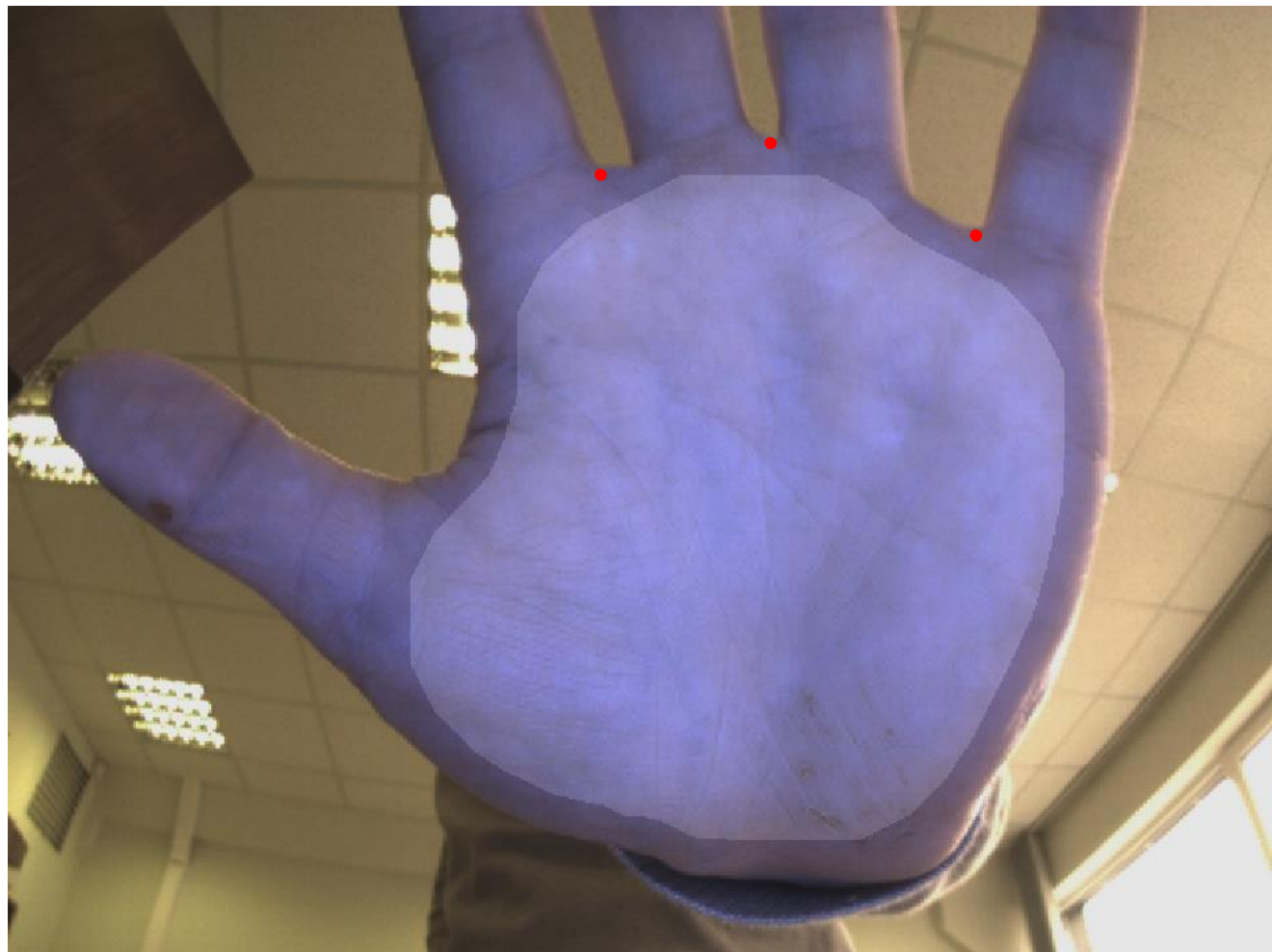
Ideja:

- Uzņem 1 plauksta attēlu;



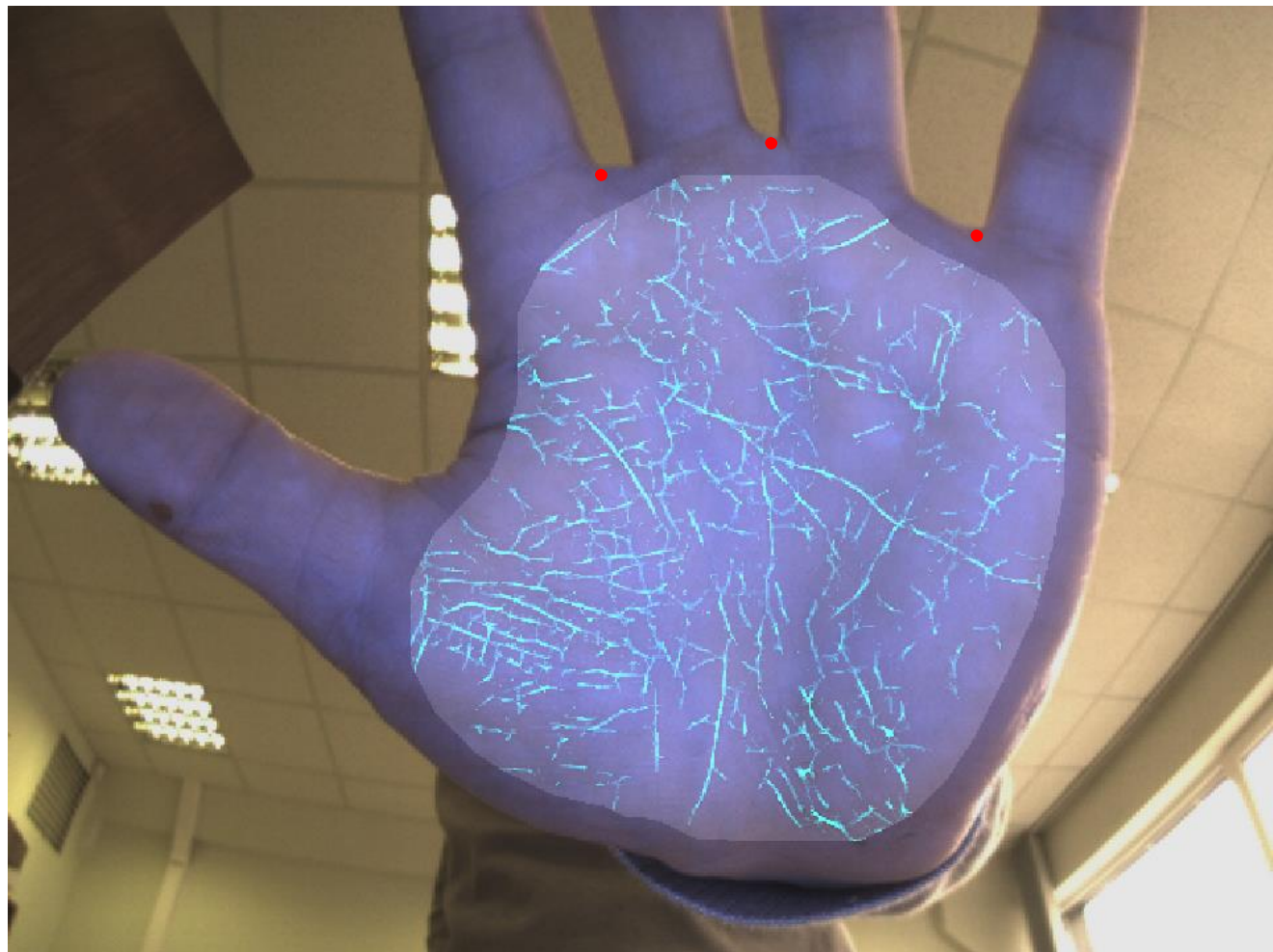
Ideja:

- Uzņem 1 plaukostas attēlu;
- iegūst ROI;



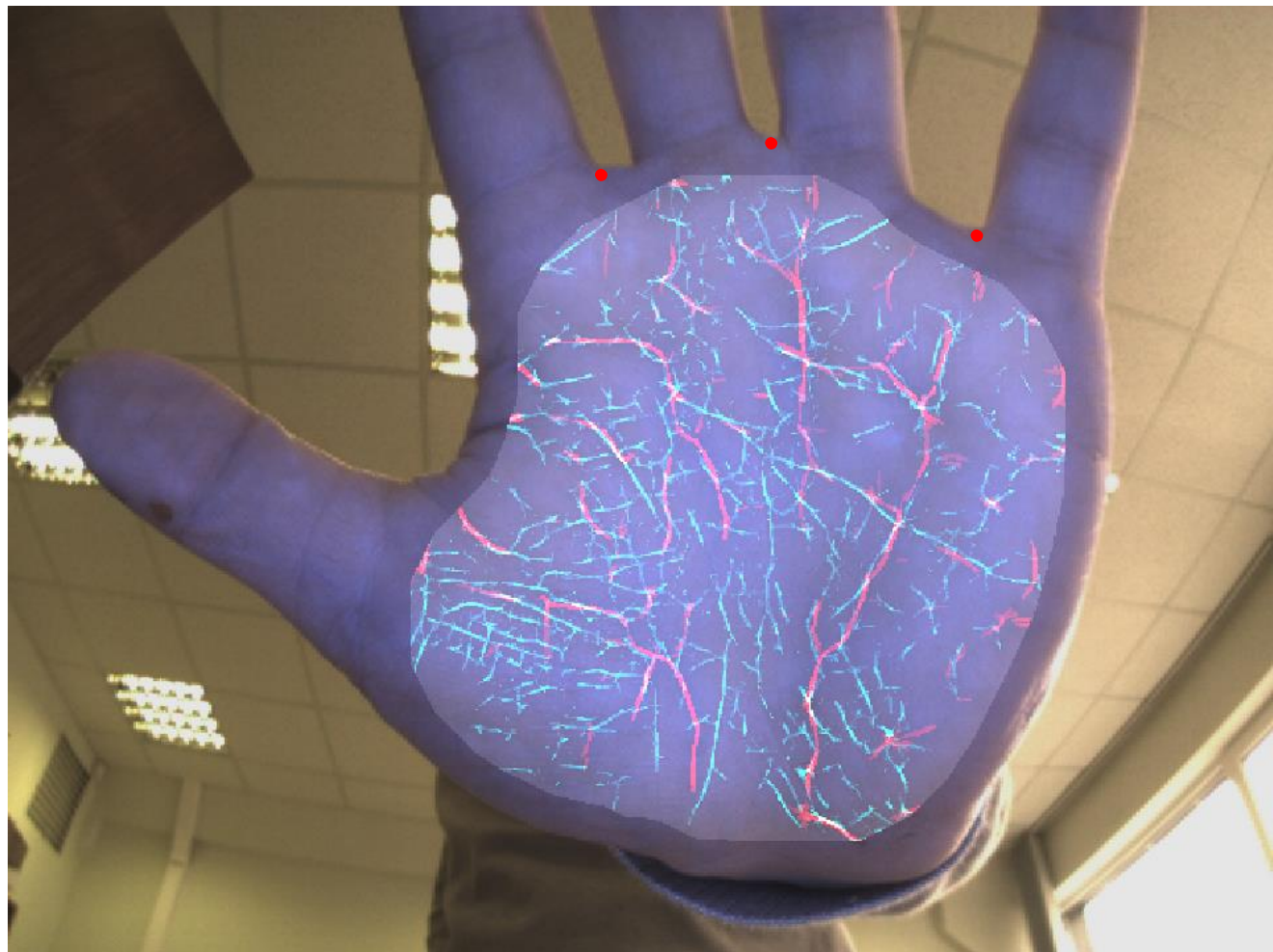
Ideja:

- Uzņem 1 plaukostas attēlu;
- Aprēķina ROI;
- Izdala rievu informāciju;



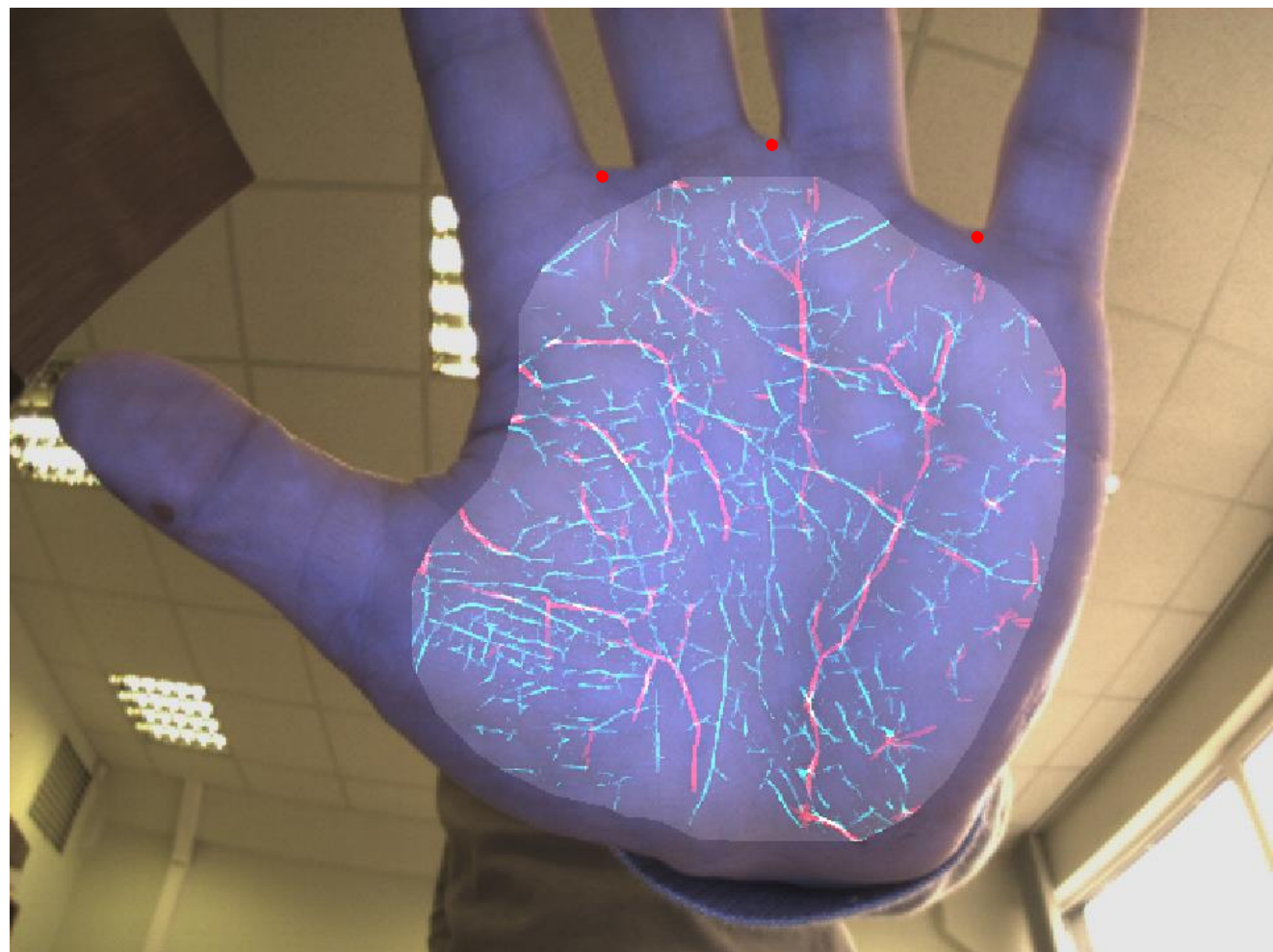
Ideja:

- Uzņem 1 plaukostas attēlu;
- Aprēķina ROI;
- Izdala rievu informāciju;
- Izdala vēnu informāciju



Ideja:

- Uzņem 1 plaukostas attēlu;
- Aprēķina ROI;
- Izdala rievu informāciju;
- Izdala vēnu informāciju

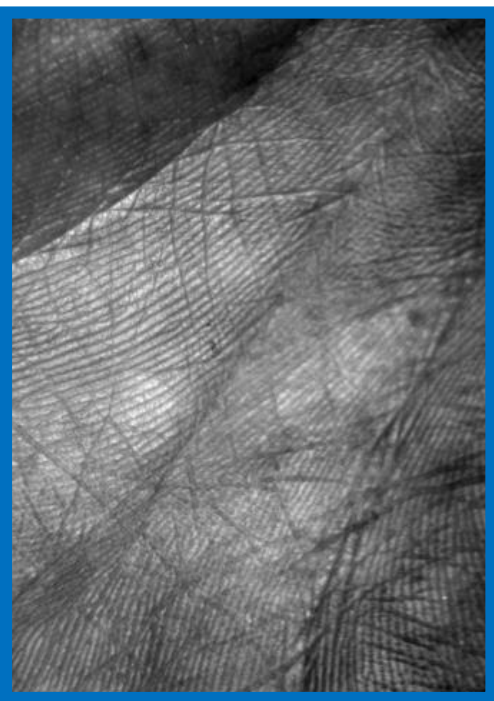


IZMANTOJOT VIENU ATTĒLU

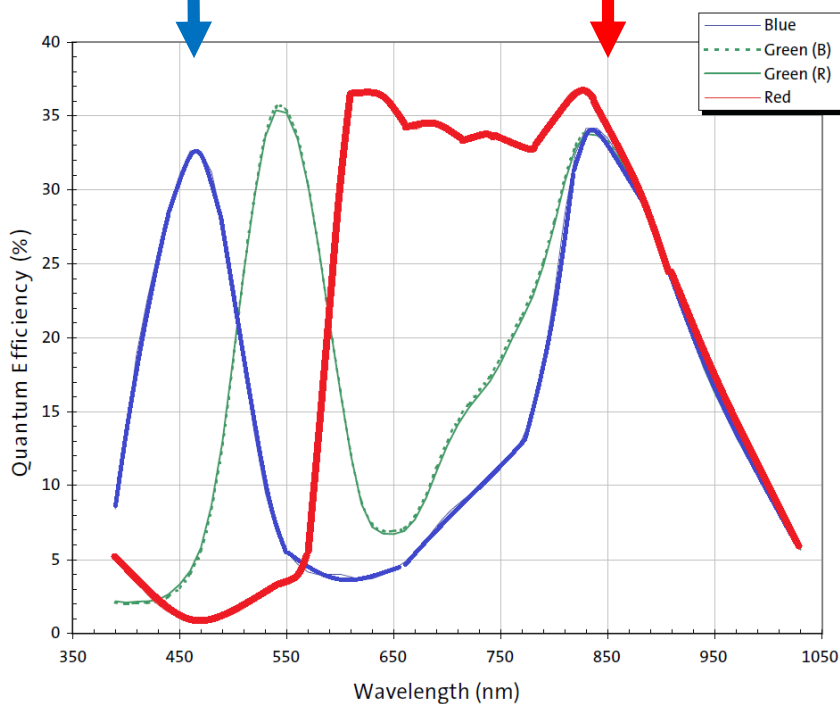
Biometrisko pazīmju iespējamā uzņemšana

460 nm

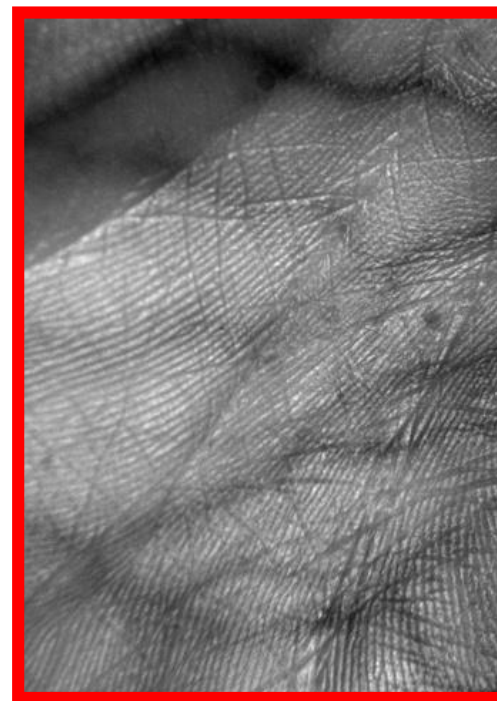
850 nm



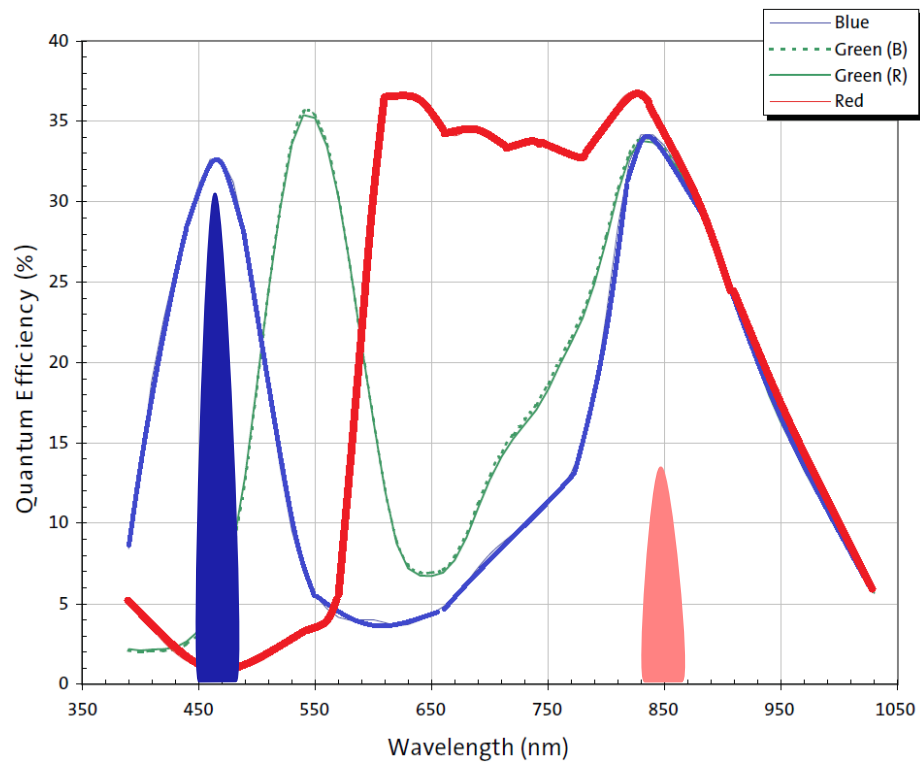
rievas



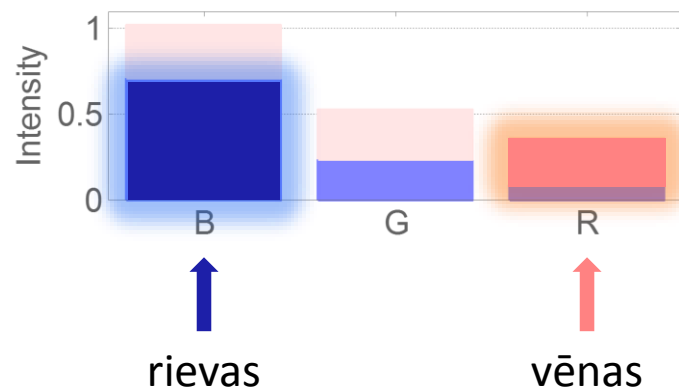
Aptina MT9V032C12STC ES



vēnas

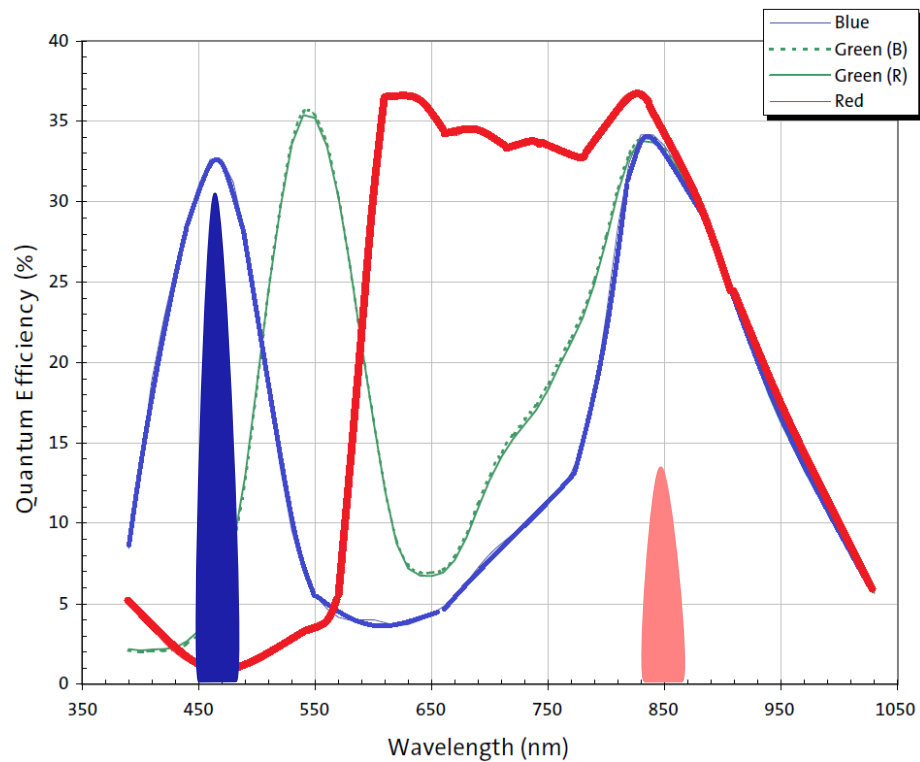


Aptina MT9V032C12STC ES

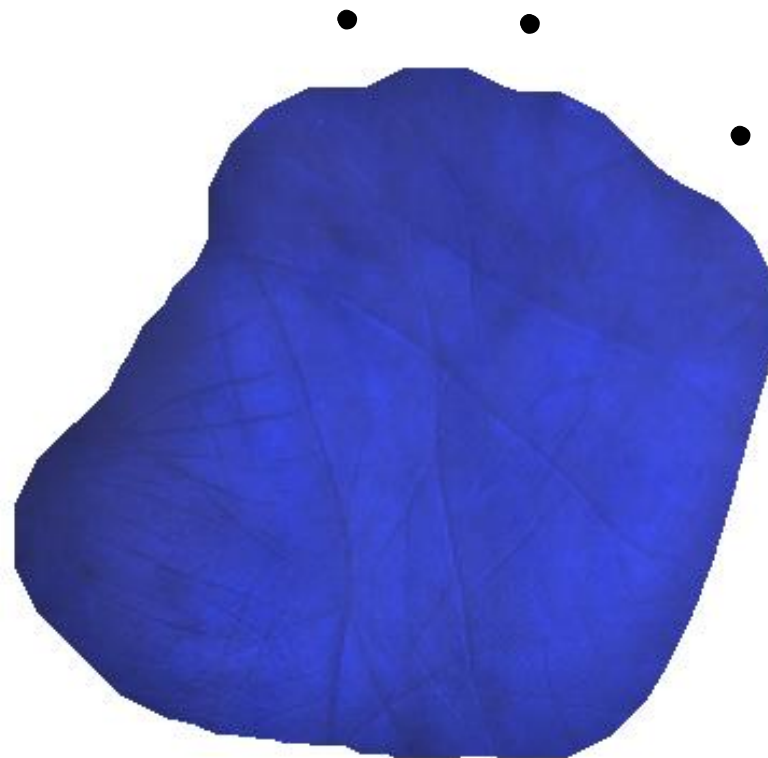


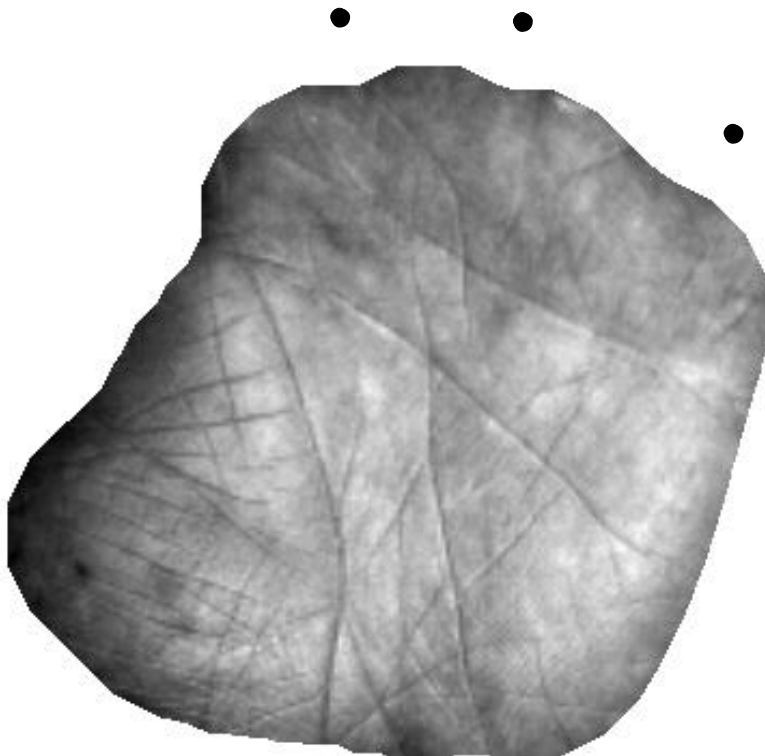
rievas

vēnas

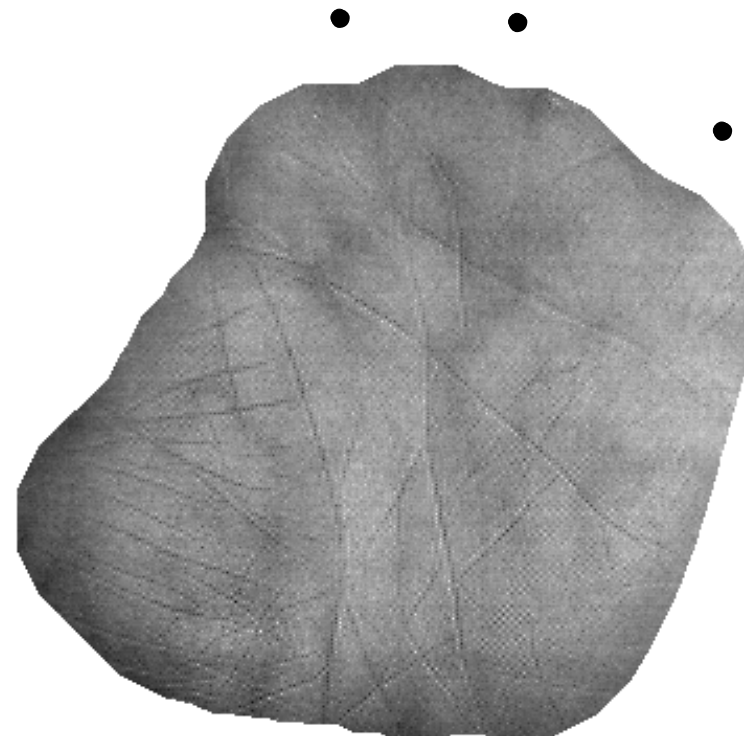


Aptina MT9V032C12STC ES

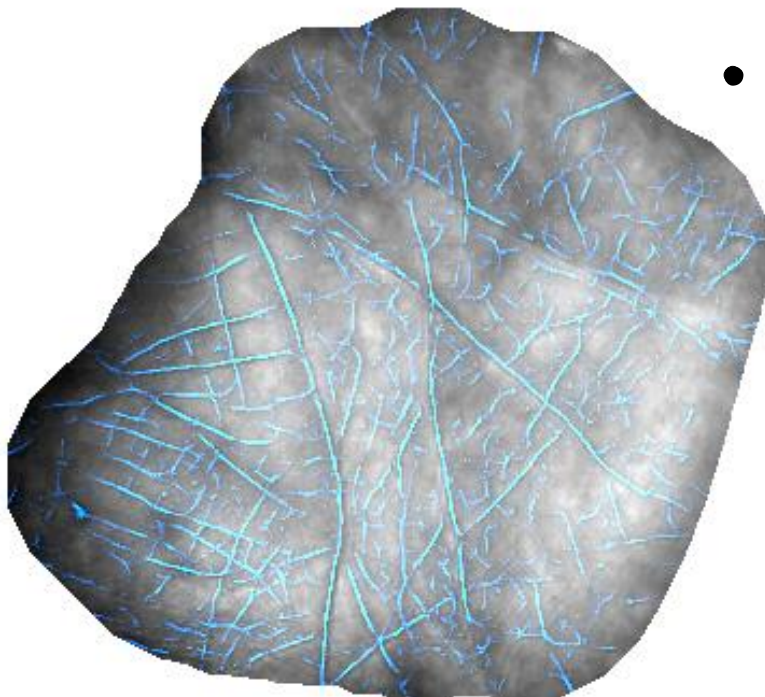




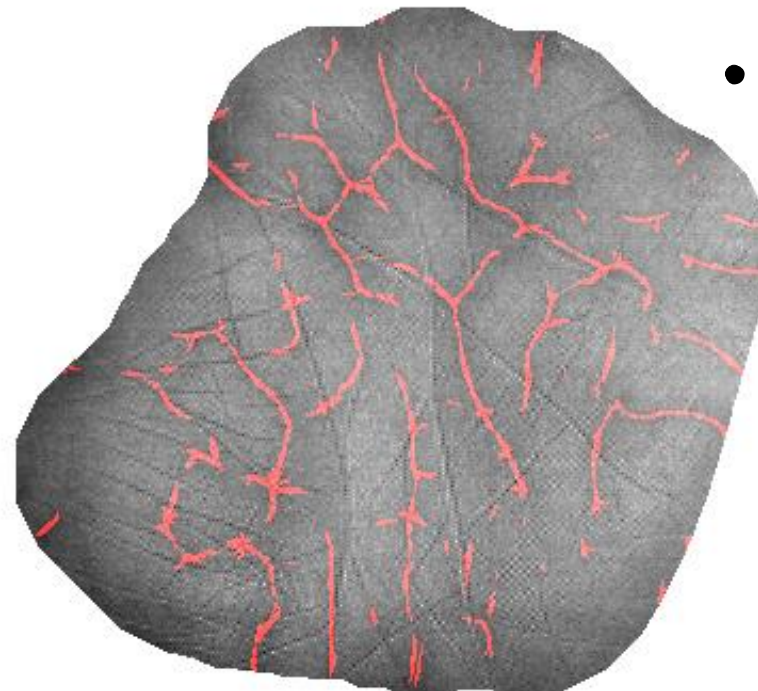
Zilais krāsu kanāls
(vairāk izteiktas rievās)



Sarkanais krāsu kanāls
(vairāk izteiktas vēnas)

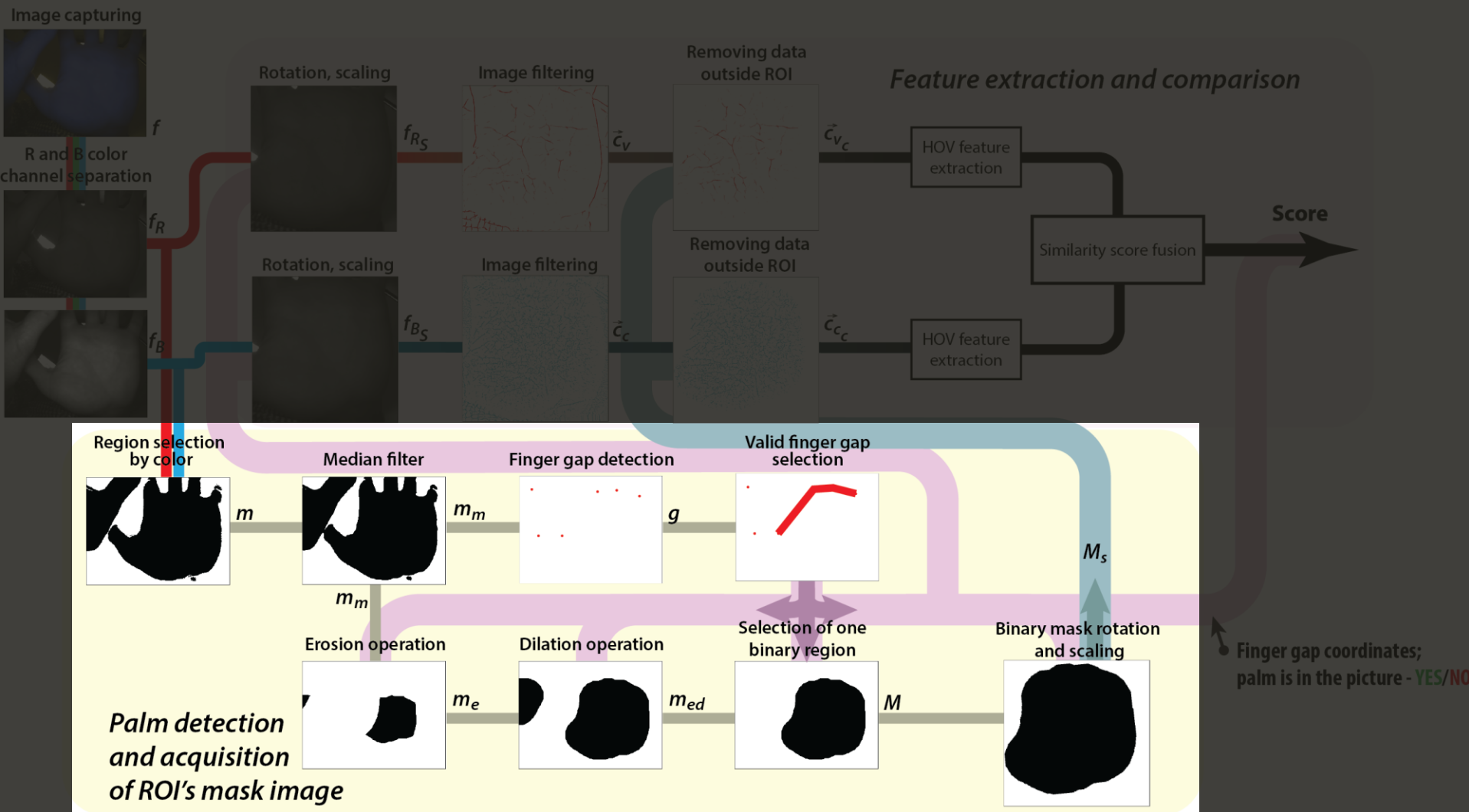


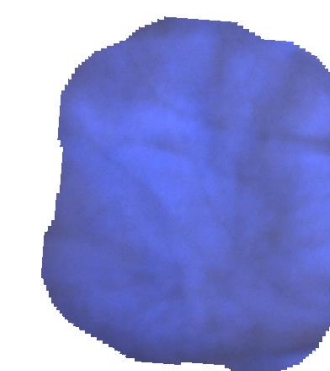
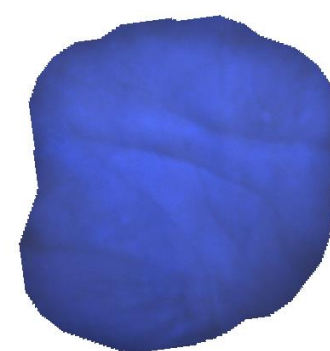
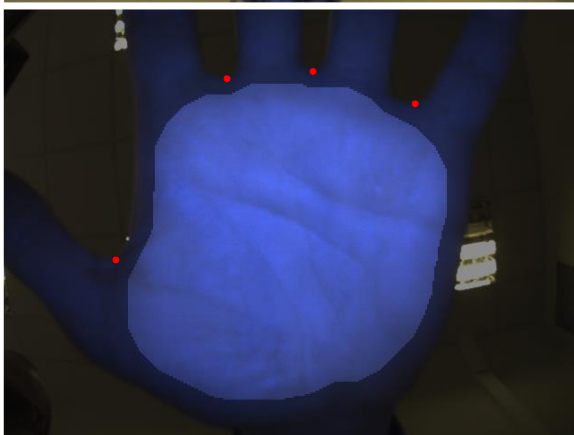
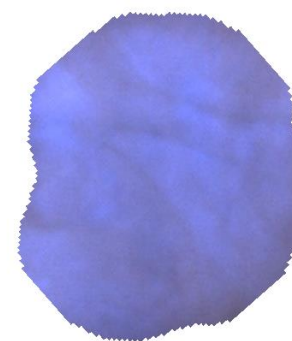
Zilais krāsu kanāls
(vairāk izteiktas rievas)



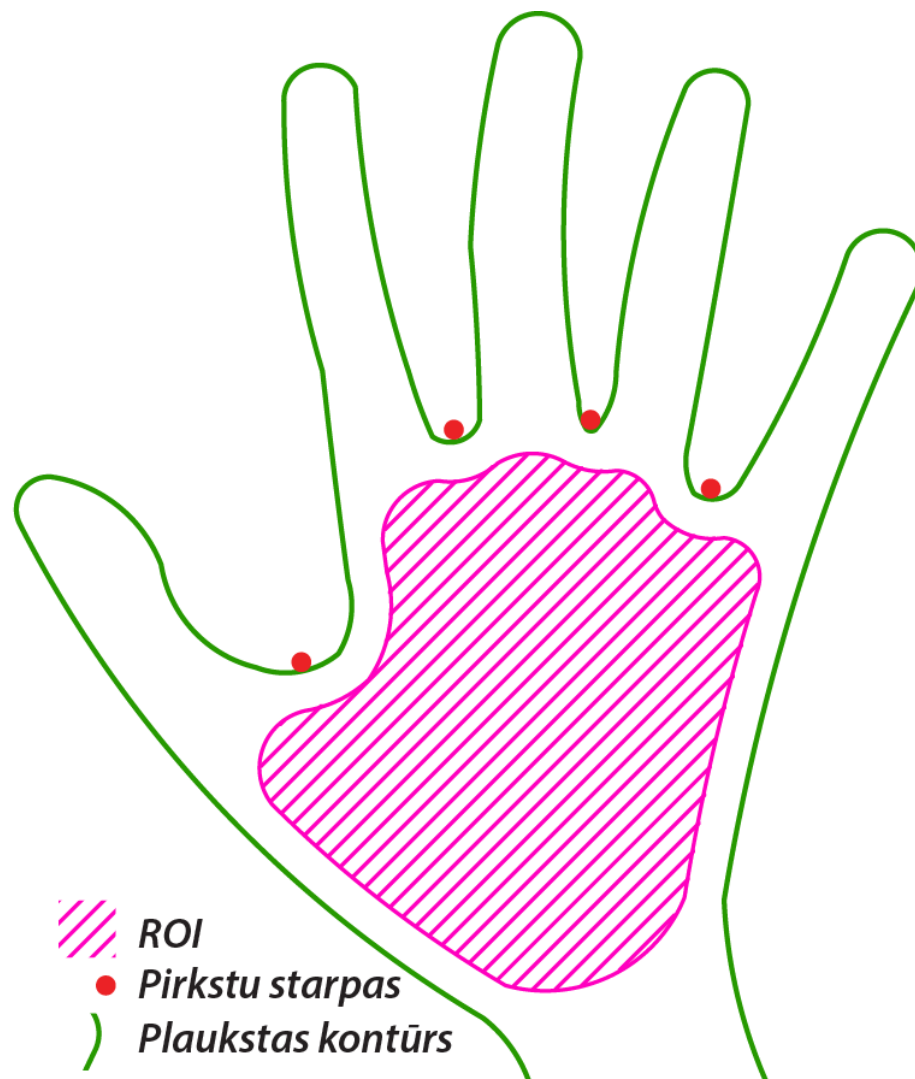
Sarkanais krāsu kanāls
(vairāk izteiktas vēnas)

Plaukstas detektēšana, ROI izdalīšana;

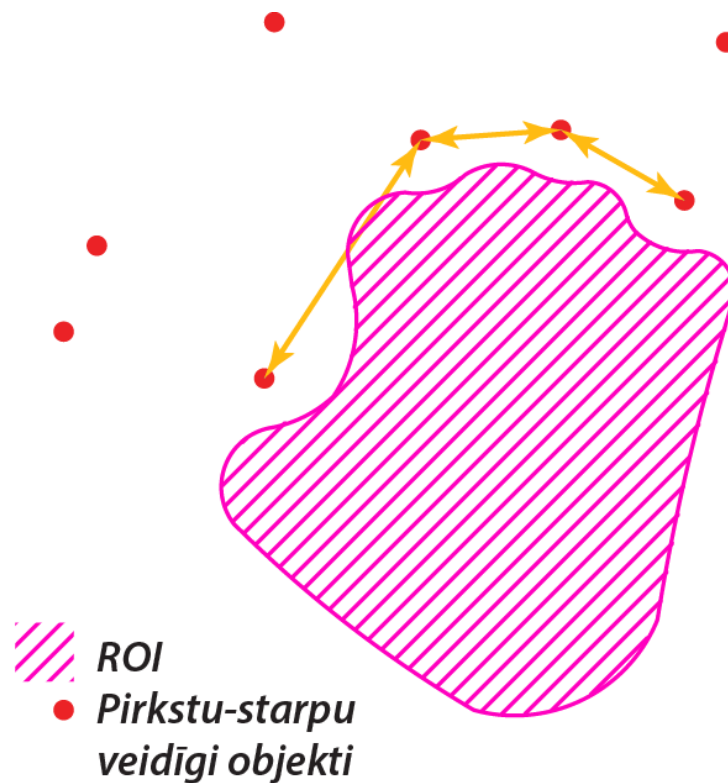




ROI izvēle:



Mūsu pieeja plaukstas detektēšanai

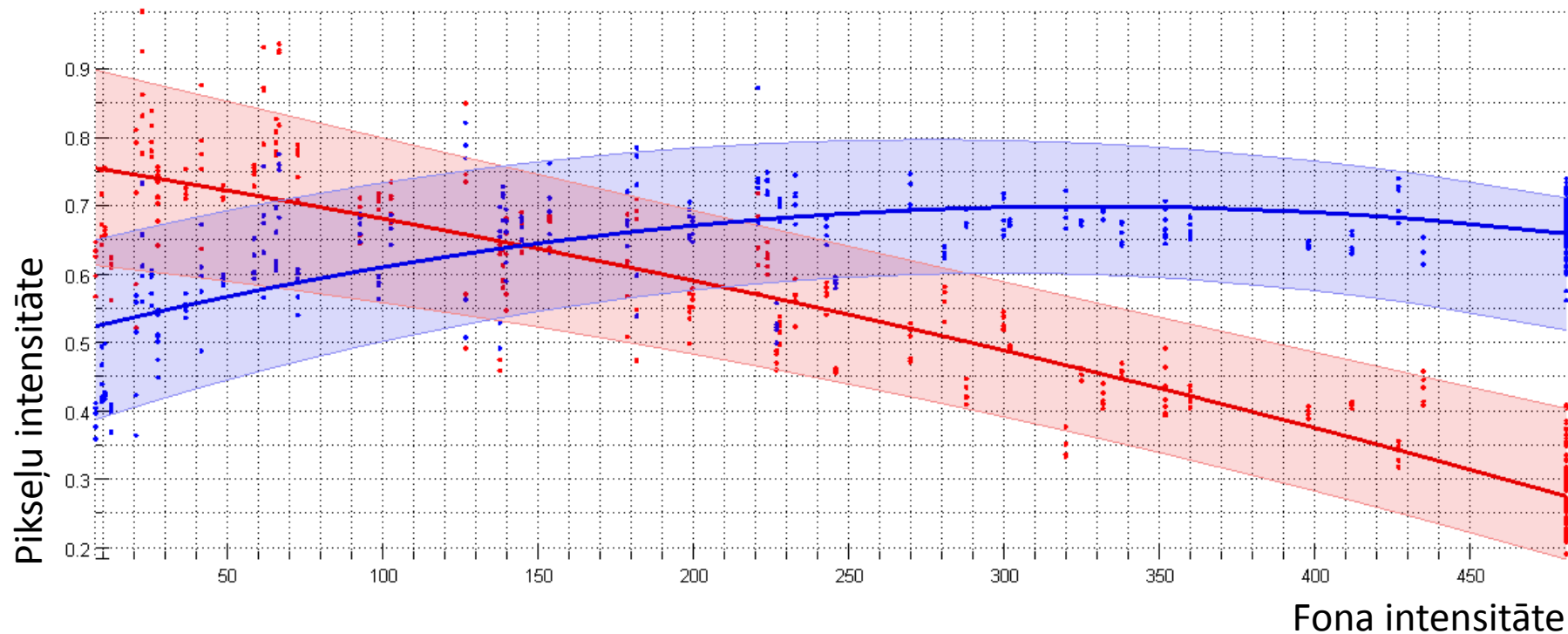


Apgaismojums plaukstu attēlos:



Apgaismojums plaukstu attēlos:

Vispārīgi:

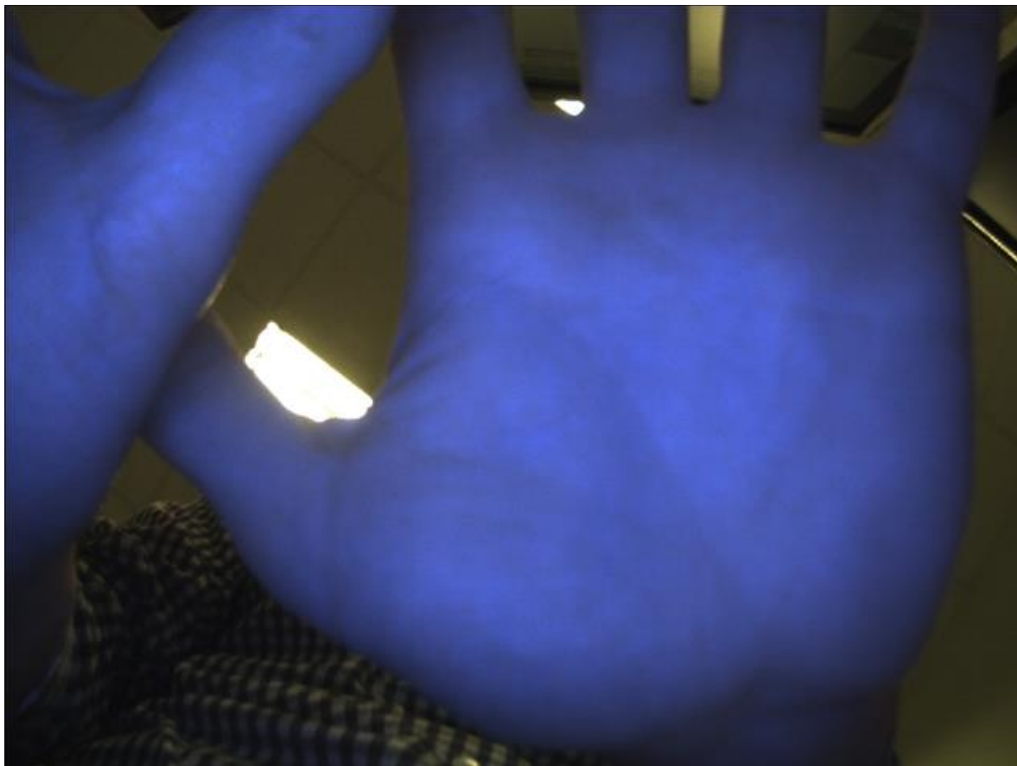


Spilgta vasaras saule

Tumša telpa

Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls:



Darbība:

Atstājam attēlā tikai reģionus, kuri var piederēt plaukstai, izvēloties tos pēc krāsas.

Attēla pikseļiem jāizpilda šāda sakarība:

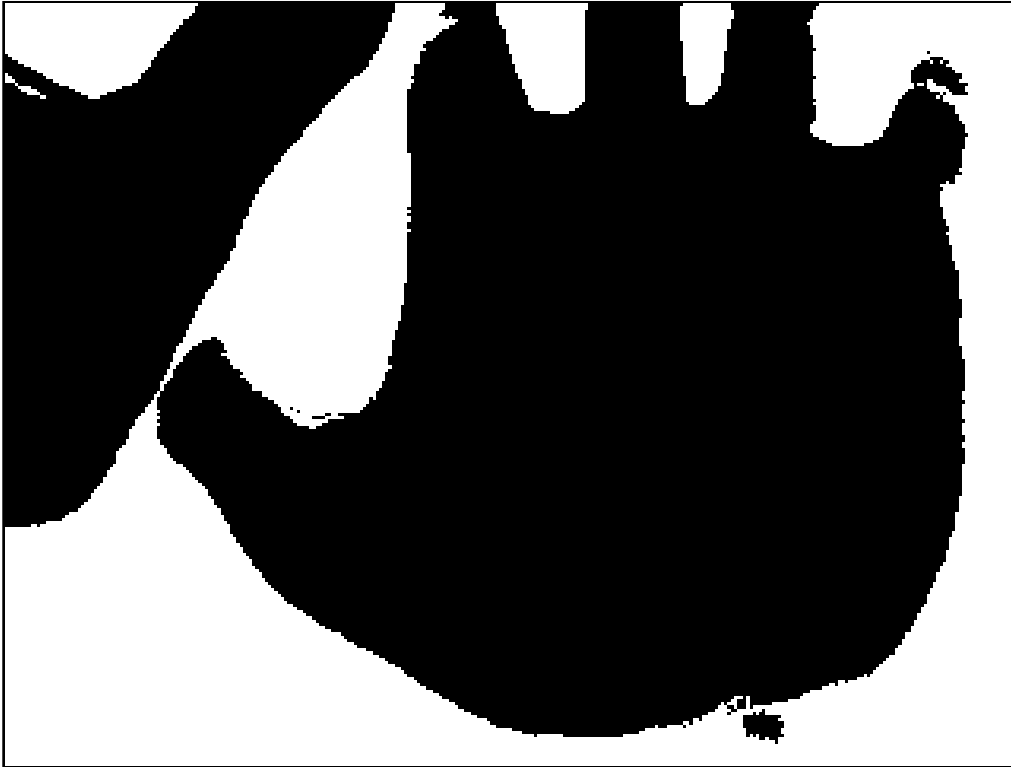
$$\begin{aligned} & b > 0.85 \cdot r \\ & \wedge \\ & 0.1 < r < 0.98 \\ & \wedge \\ & 0.25 < b < 1 \end{aligned}$$

Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls:

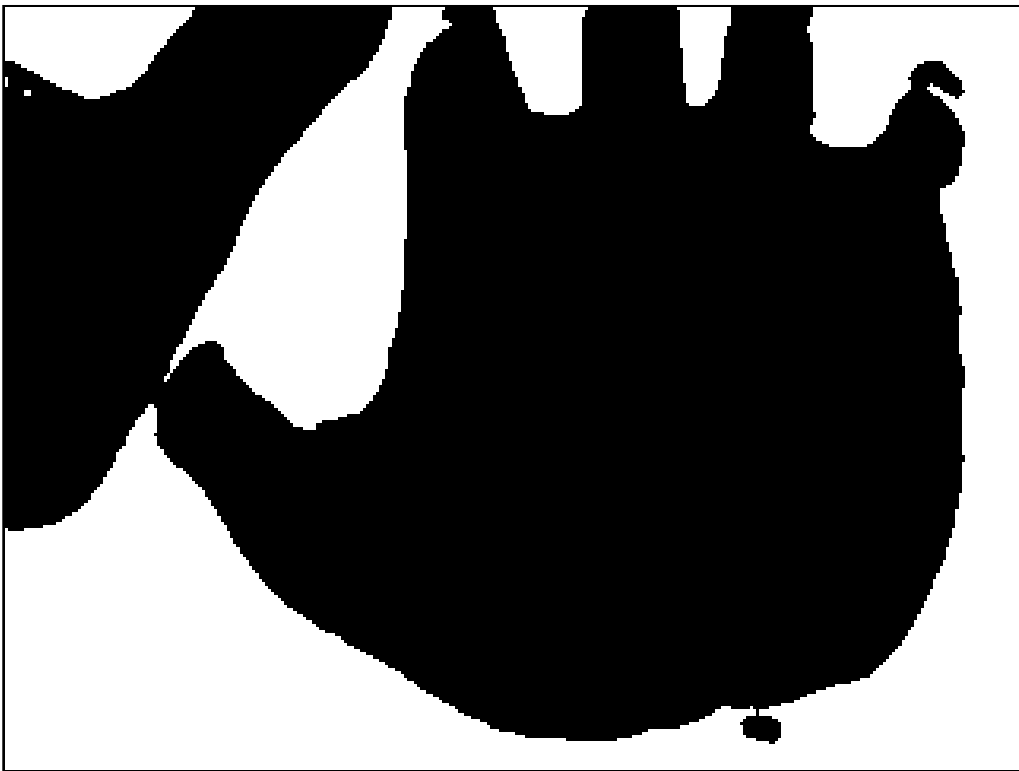
Darbība:

Pielietojam mediānas filtru



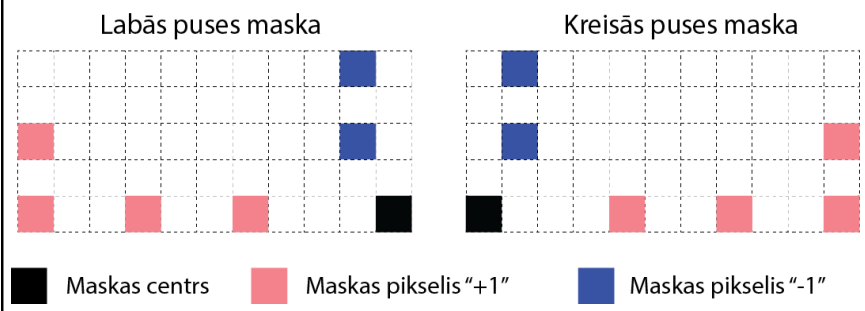
Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls:



Darbība:

Atlasām plauksta starpu punktus, izmantojot maskas:

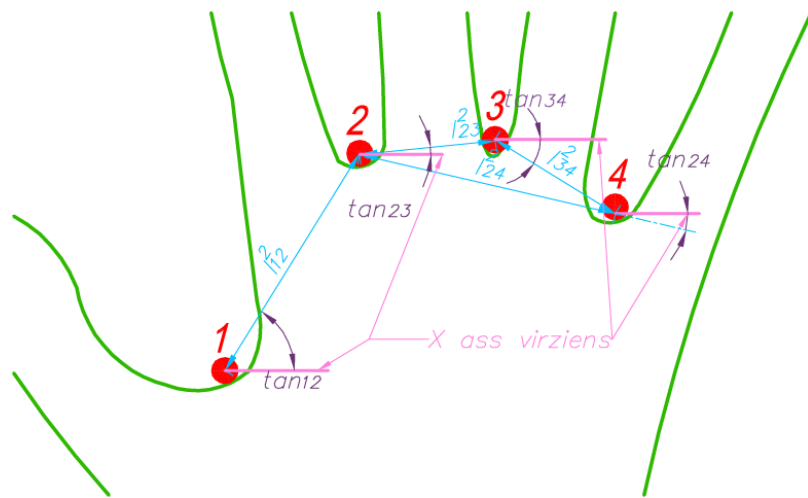
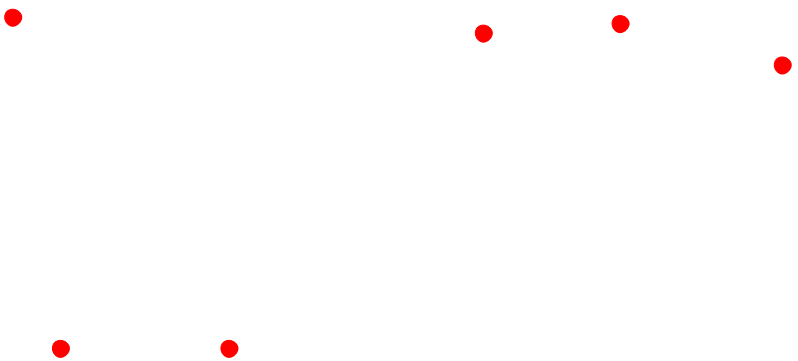


Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls (punktu koordinātas):

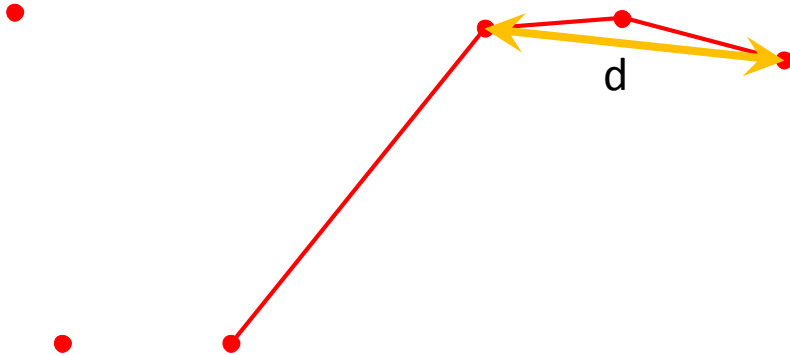
Darbība:

Pielieto punktu klasifikatoru:

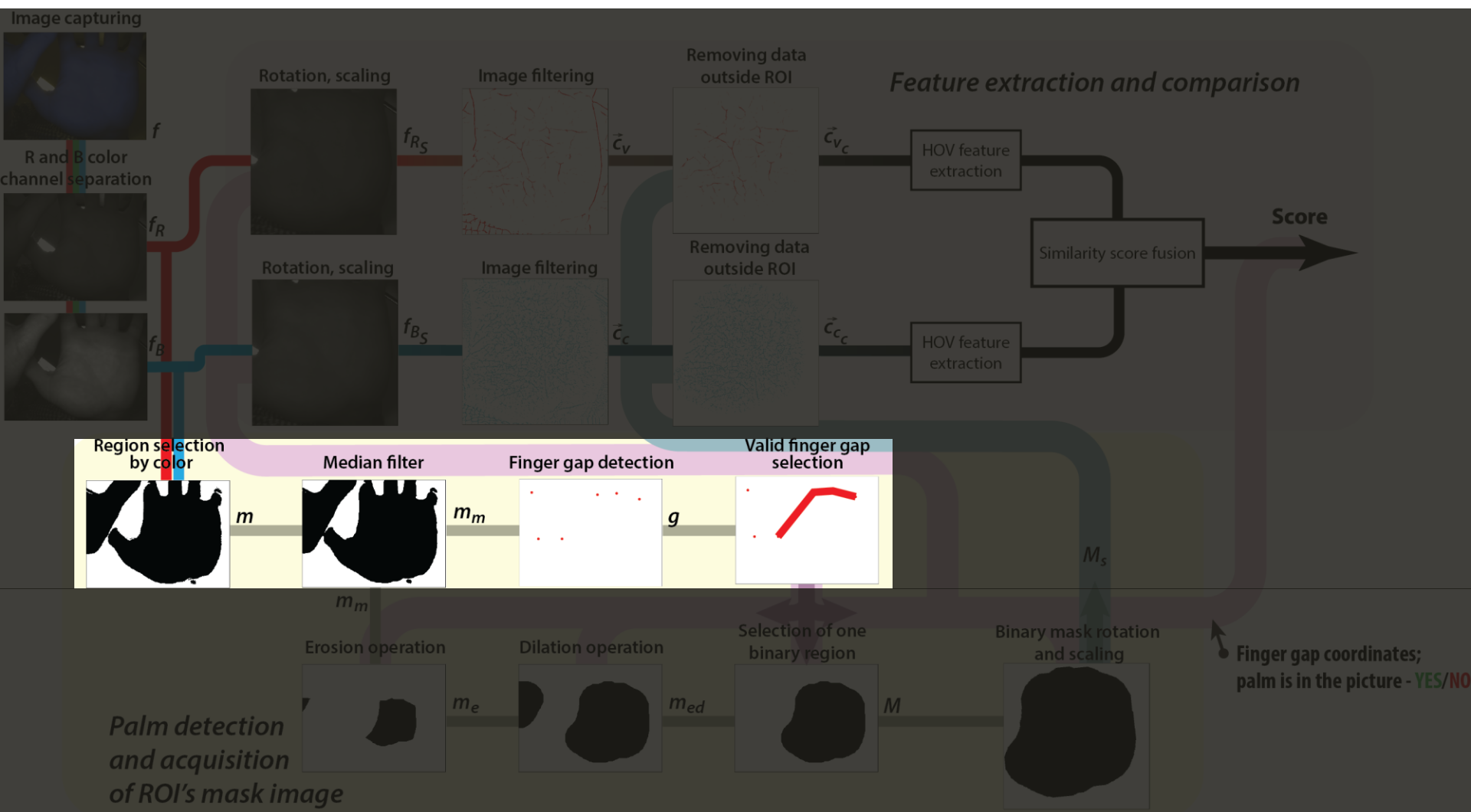


Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Rezultāts:

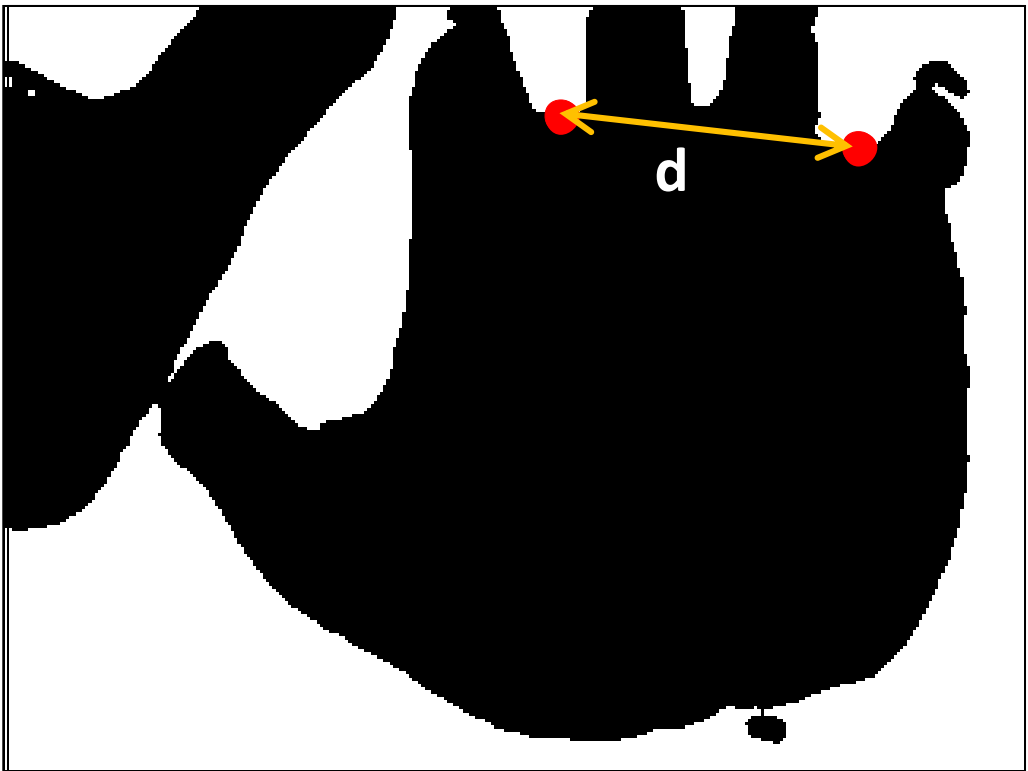


Plaukstas detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:



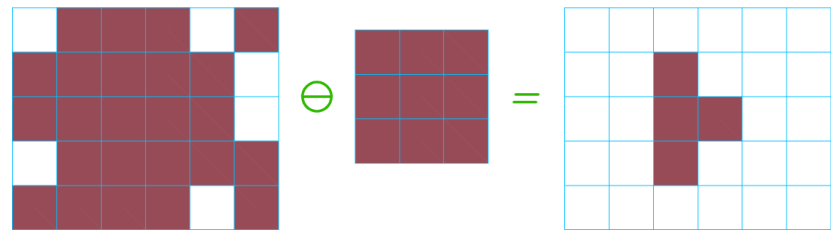
Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls:



Darbība:

Lieto «open» operāciju:

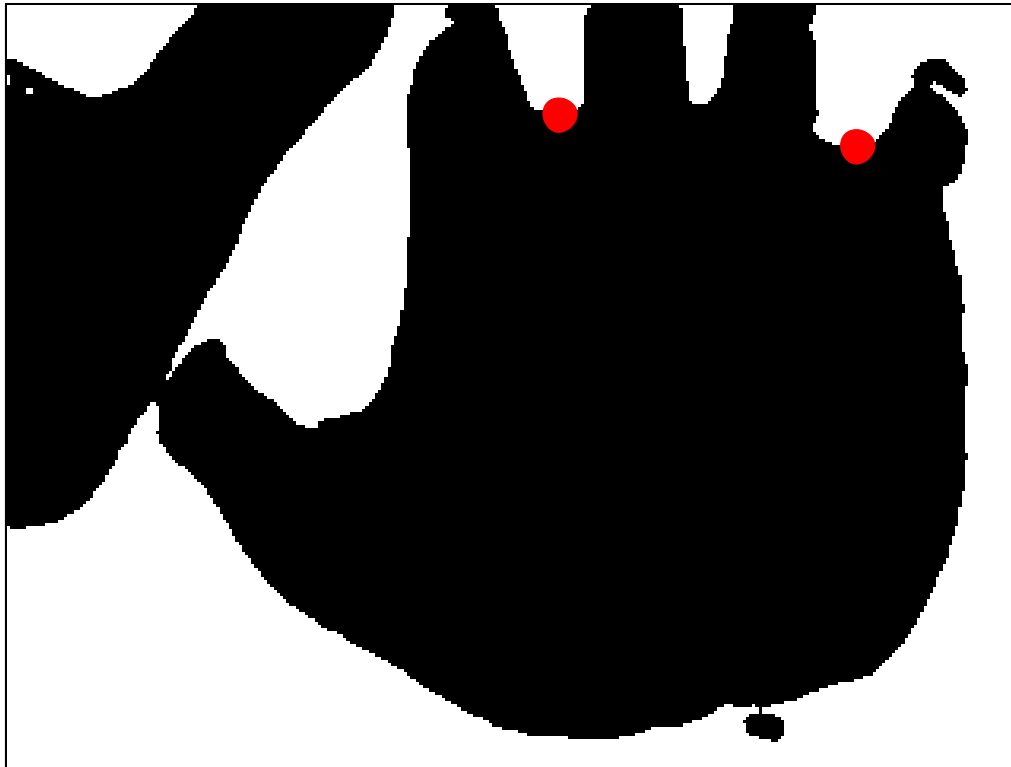


attēls *strukturējošais elements* *rezultāts*



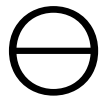
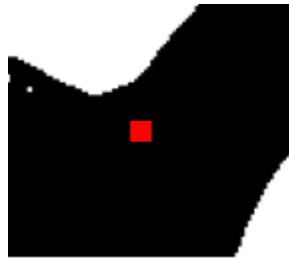
Izmanto riņķi
ar diametru *d*

Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

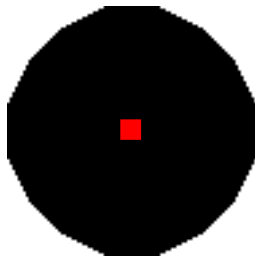


$$d \approx 100 \text{ pix}$$

Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:



1 vai 0



 $\ominus$  $=$  $\ominus$  $=$  $\ominus$  $=$  $\ominus$  $=$ 

Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

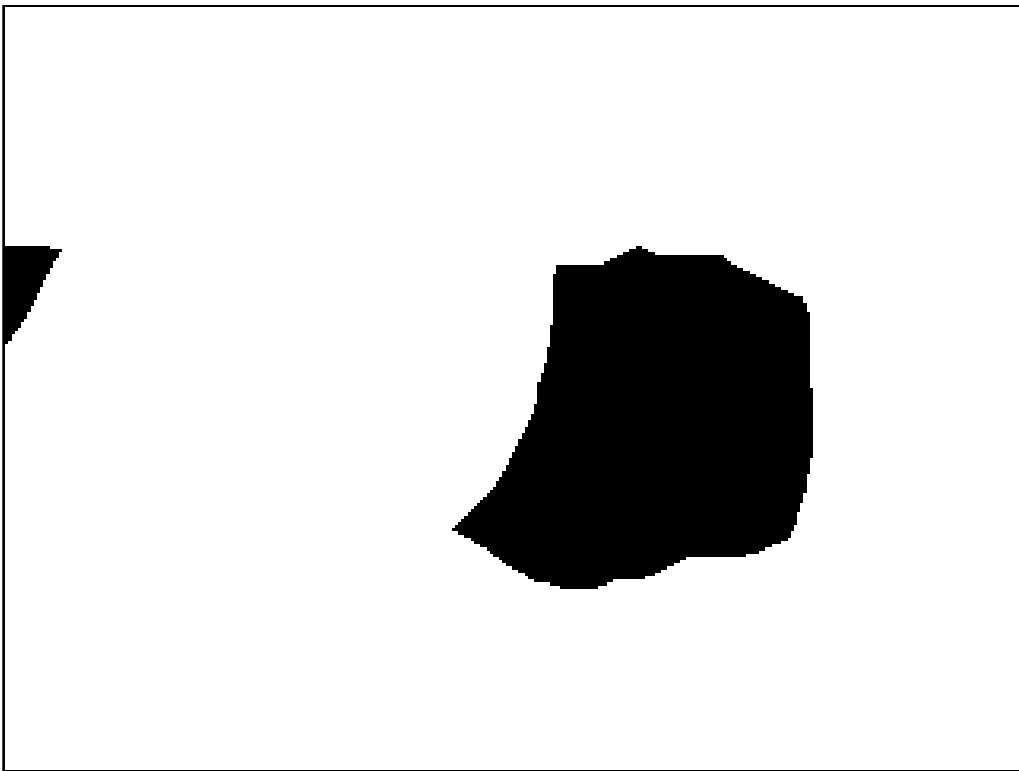
Šādu rezultātu var panākt:

- Sektoru veidojot, izmantojot «*Midpoint circle algorithm*»;
- *Izmantot vienu strukturējošo elementu atkārtoti, mainot pikseļu nolasīšanas secību:*



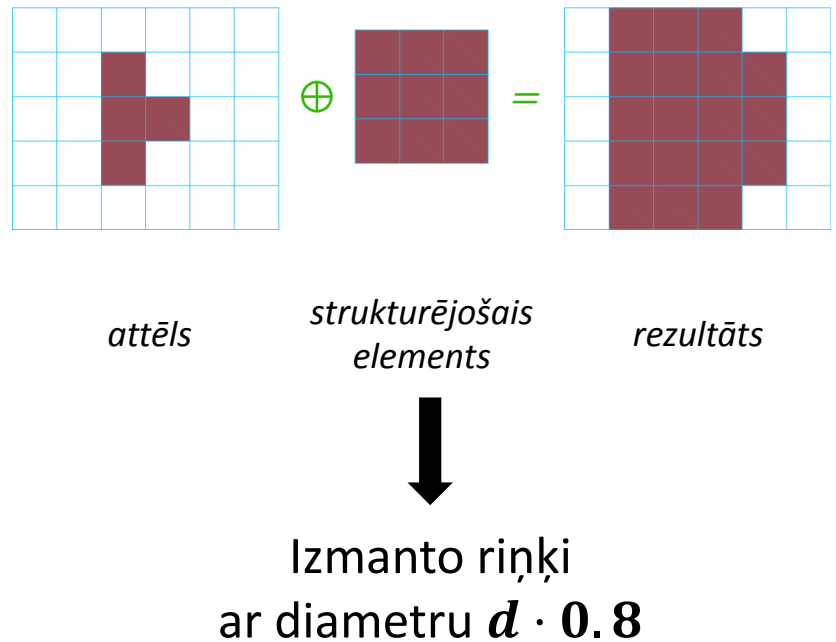
Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls:



Darbība:

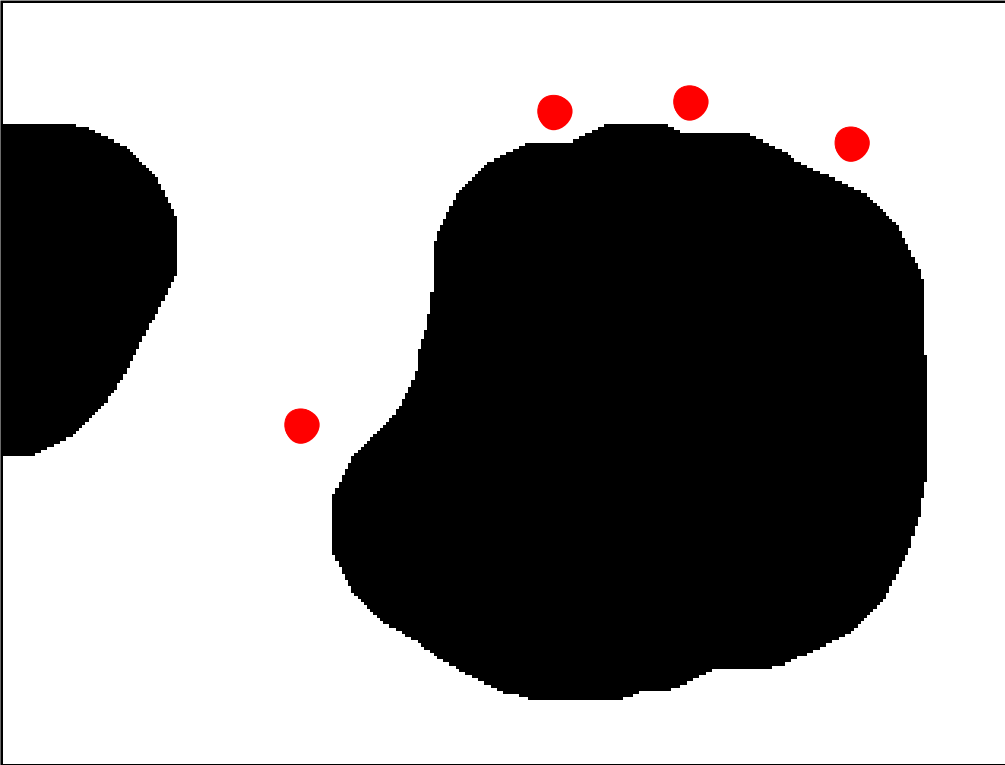
Lieto «close» operāciju:



Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls:

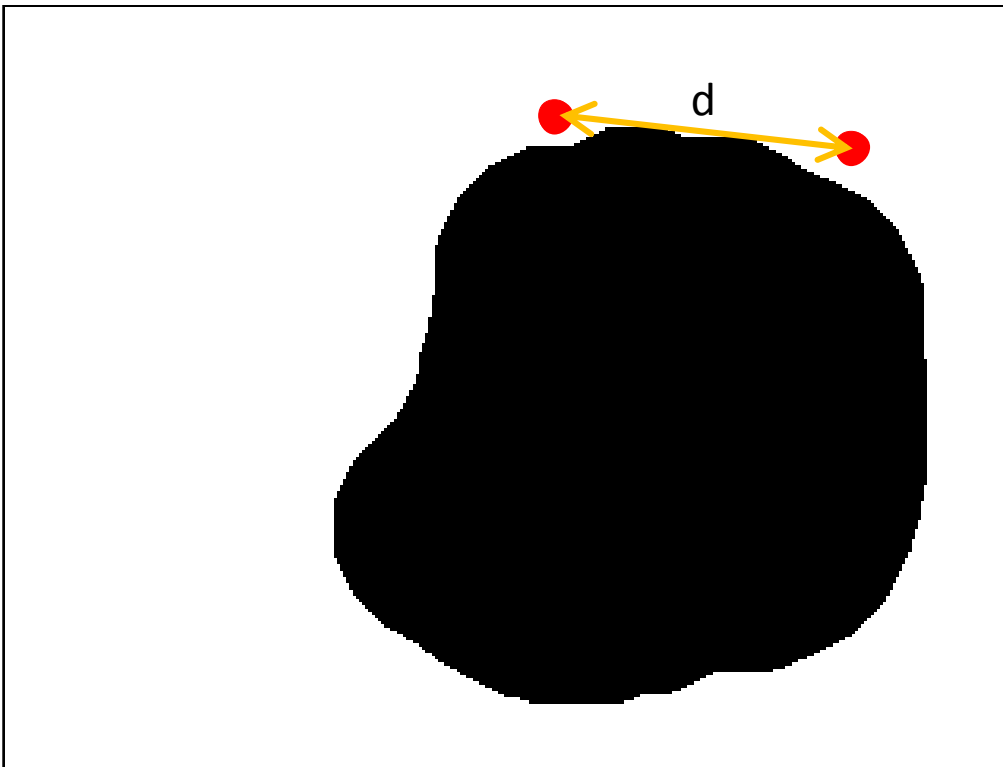
Darbība:



Atstāj tādu vienu bināru reģionu, kura pikseļi ir noteiktā attālumā līdz atrastajiem pirkstu starpu punktiem.

Plauksta detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Ieejas attēls:



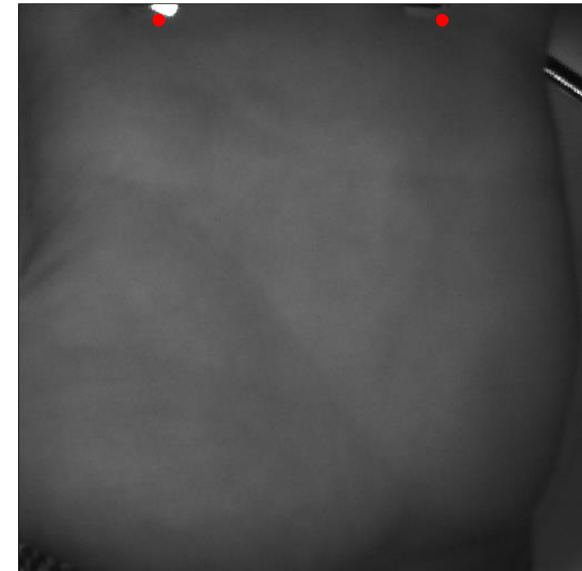
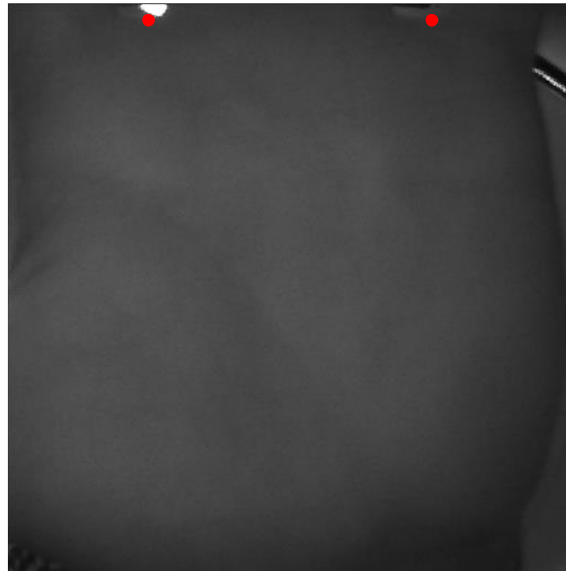
Darbība:

Rotējam, translējam un
mērogojam attēlu $\frac{K}{d}$ reizes.



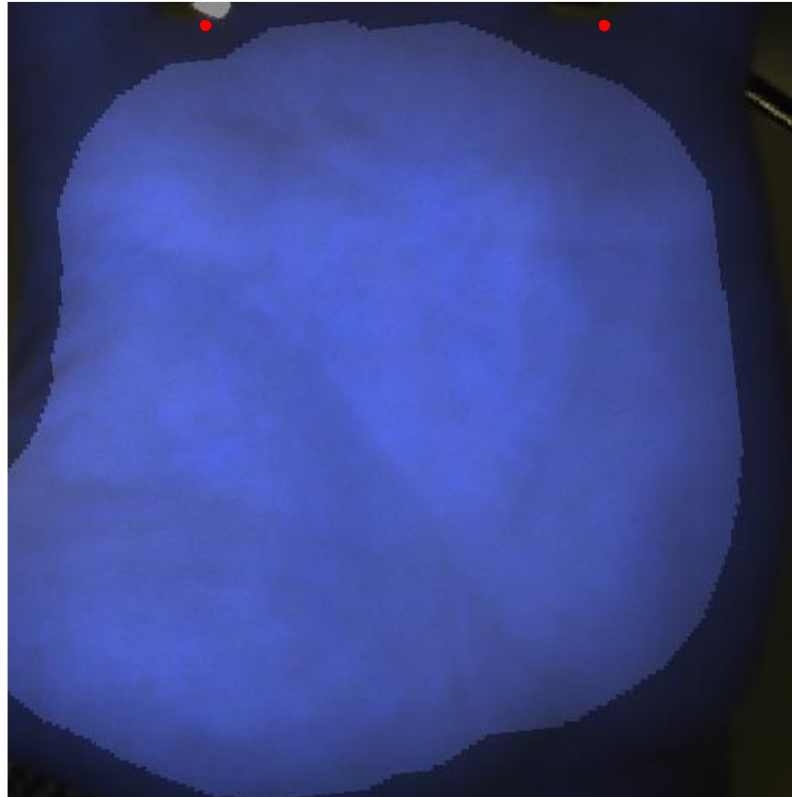
Plaukstu detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Iegūtie attēli:



Plaukstu detektēšanas un ROI lokalizēšanas algoritms:

Iegūtie attēli:



Pilnīga atdalīšana,
filtrāciju.

biometrisko
izmantojot

pazīmju
salāgotu



Ar attēlu salāgoti filtri

Ar attēlu salāgoti filtri

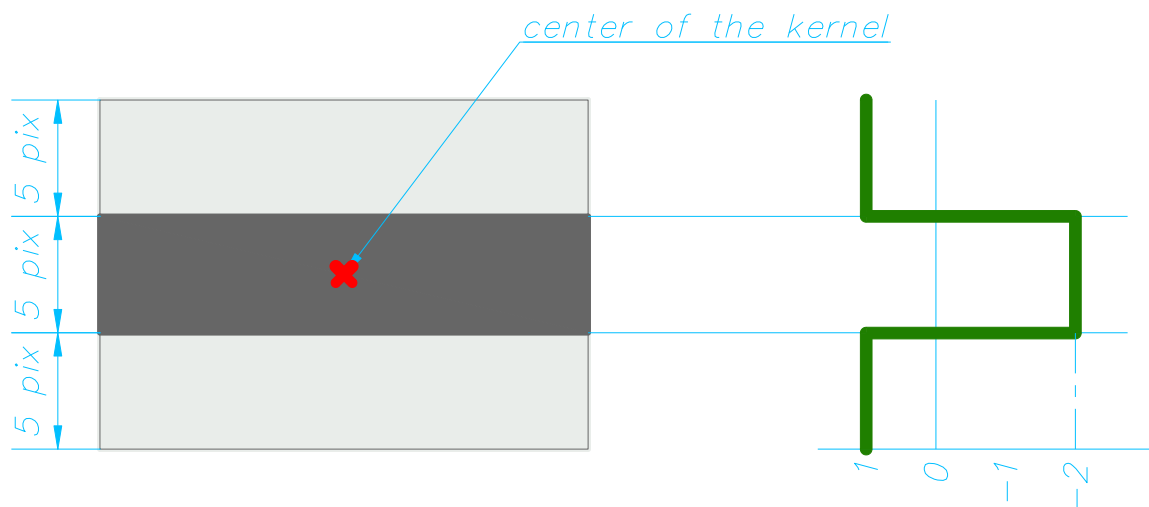
NH-CMF

Non **H**alo – **C**omplex **M**atched **F**ilter

leejas attēls- $f(x, y)$

NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter



Salāgotā filtra maska - $M(x, y; \varphi_n)$

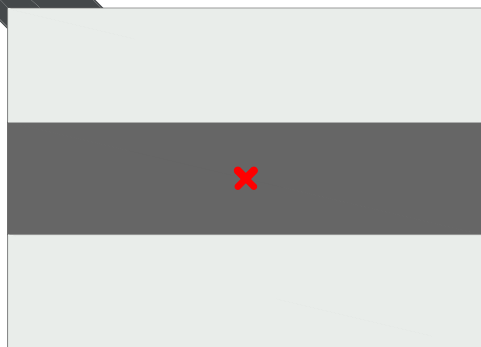
NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter

Filtrēšanas algoritms:

1. Filtrējam attēlu ar filtra masku:

$$s_n(x_0, y_0; \varphi_0) = \sum_D \sum f(x, y) \cdot M(x - x_0, y - y_0; \varphi_0)$$



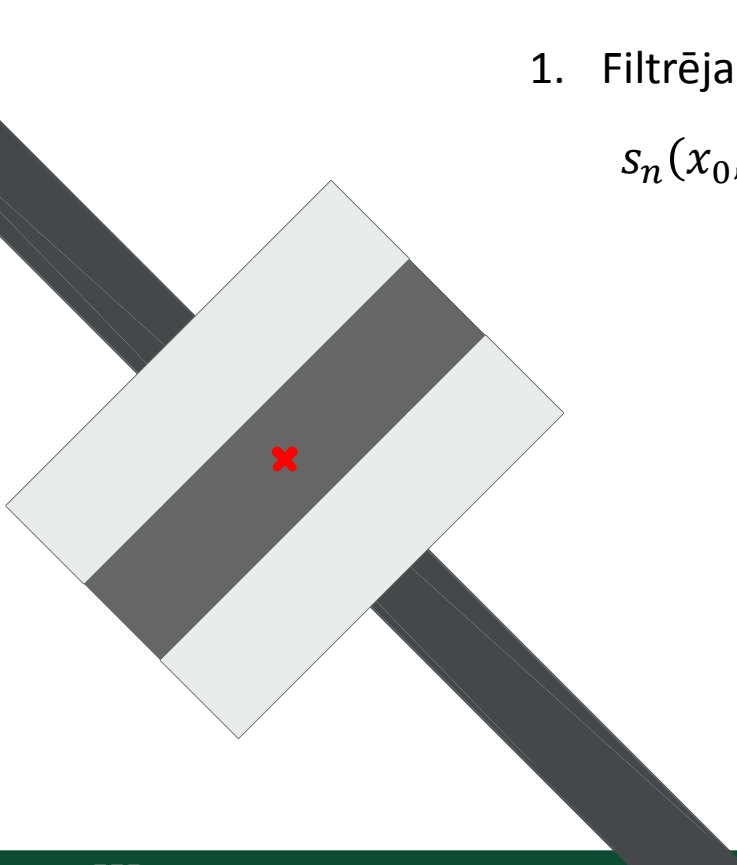
NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter

Filtrēšanas algoritms:

1. Filtrējam attēlu ar filtra masku:

$$s_n(x_0, y_0; \varphi_1) = \sum_D \sum f(x, y) \cdot M(x - x_0, y - y_0; \varphi_1)$$



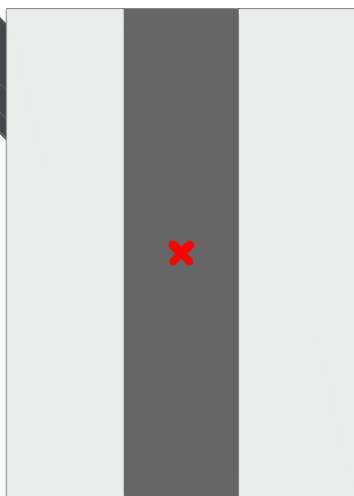
NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter

Filtrēšanas algoritms:

1. Filtrējam attēlu ar filtra masku:

$$s_n(x_0, y_0; \varphi_2) = \sum_D \sum f(x, y) \cdot M(x - x_0, y - y_0; \varphi_2)$$



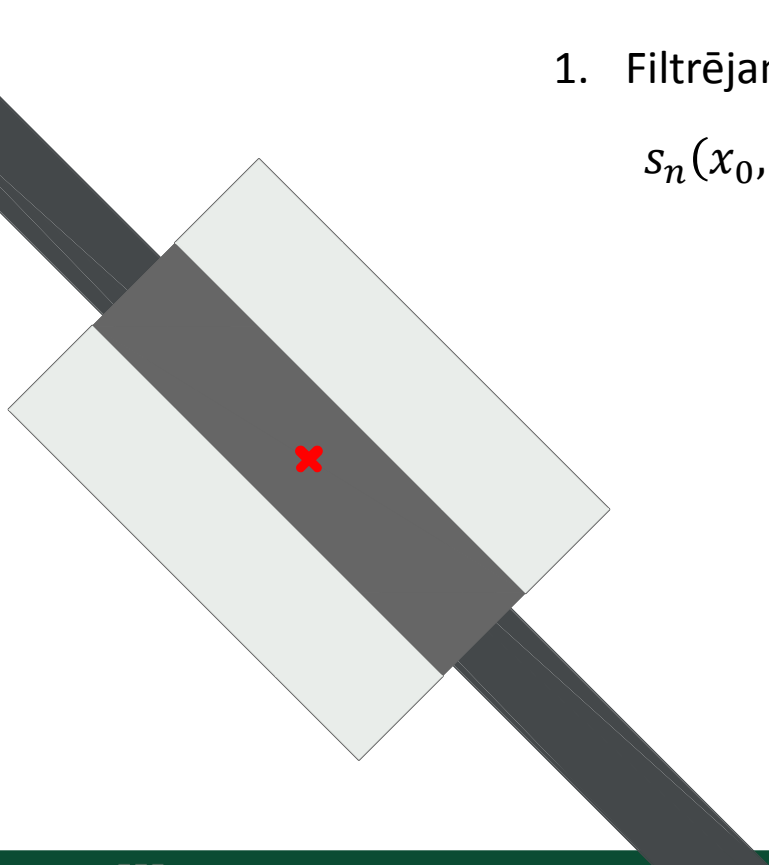
NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter

Filtrēšanas algoritms:

1. Filtrējam attēlu ar filtra masku:

$$s_n(x_0, y_0; \varphi_3) = \sum_D \sum f(x, y) \cdot M(x - x_0, y - y_0; \varphi_3)$$



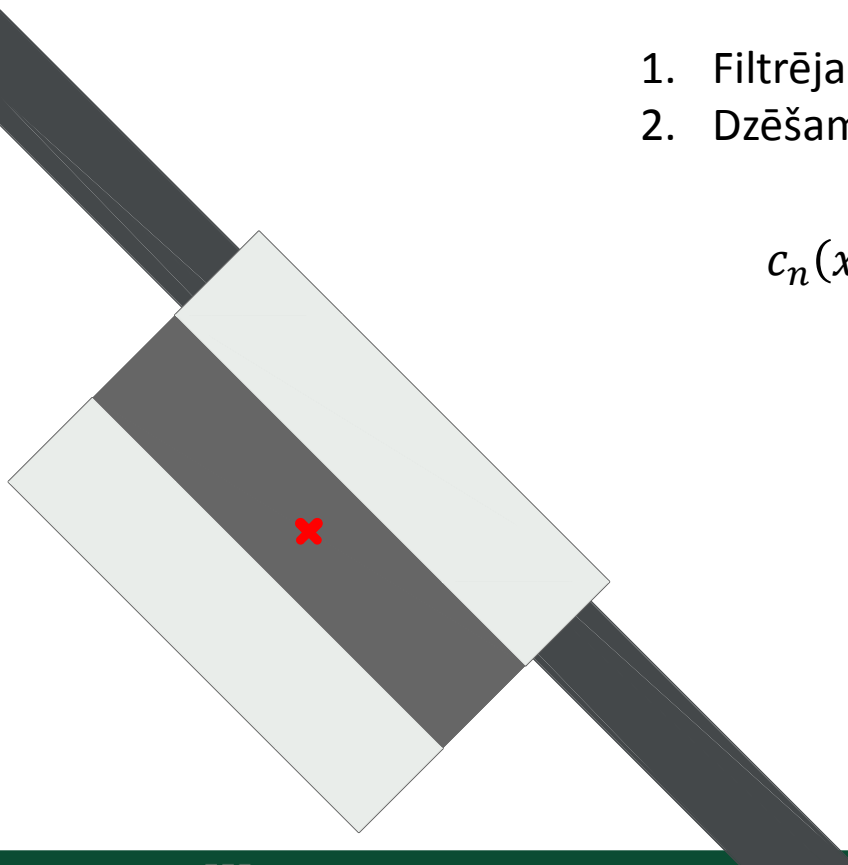
NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter

Filtrēšanas algoritms:

1. Filtrējam attēlu ar filtra masku;
2. Dzēšam negatīvās vērtības no turpmākās apstrādes:

$$c_n(x, y; \varphi_n) = \frac{s_n(x_0, y_0; \varphi_n) + |s_n(x_0, y_0; \varphi_n)|}{2}$$



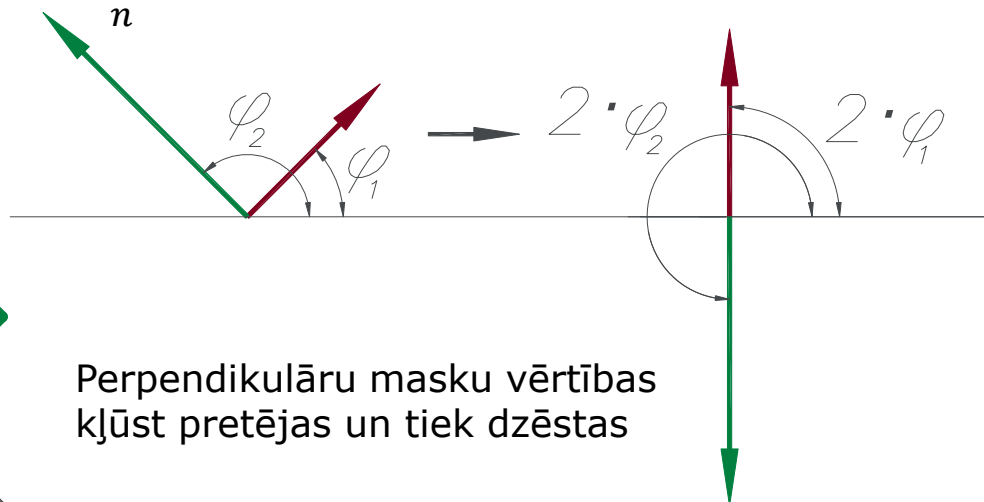
NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter

Filtrēšanas algoritms:

1. Filtrējam attēlu ar filtra masku;
2. Dzēšam negatīvās vērtības no turpmākās apstrādes;
3. Dubultojam leņķi un summējam:

$$\vec{c}(x, y) = \sum_n c_n(x, y; \varphi_n) \cdot e^{j2\varphi_n}$$



NH-CMF

Non Halo – Complex Matched Filter

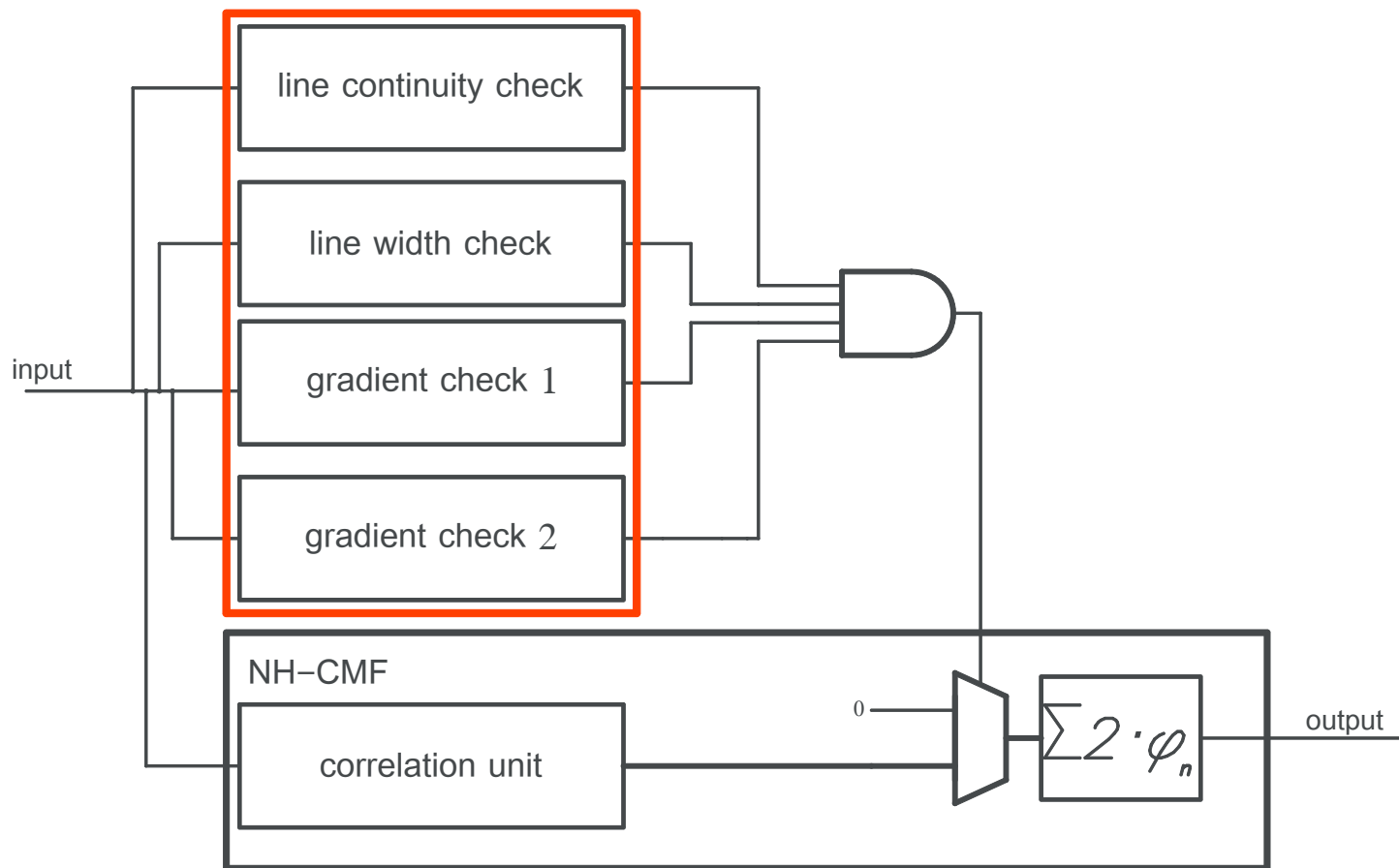
Filtrēšanas algoritms:

1. Filtrējam attēlu ar filtra masku;
2. Dzēšam negatīvās vērtības no turpmākās apstrādes;
3. Dubultojam leņķi un summējam;
4. Samazinām leņķi 2 reizes un iegūstam rezultātu:

$$\vec{v}(x, y) = |\vec{c}(x, y)| \cdot e^{j0.5 \cdot \text{Arg}(\vec{c}(x, y))}$$

Papildus informācija par NH-CMF:

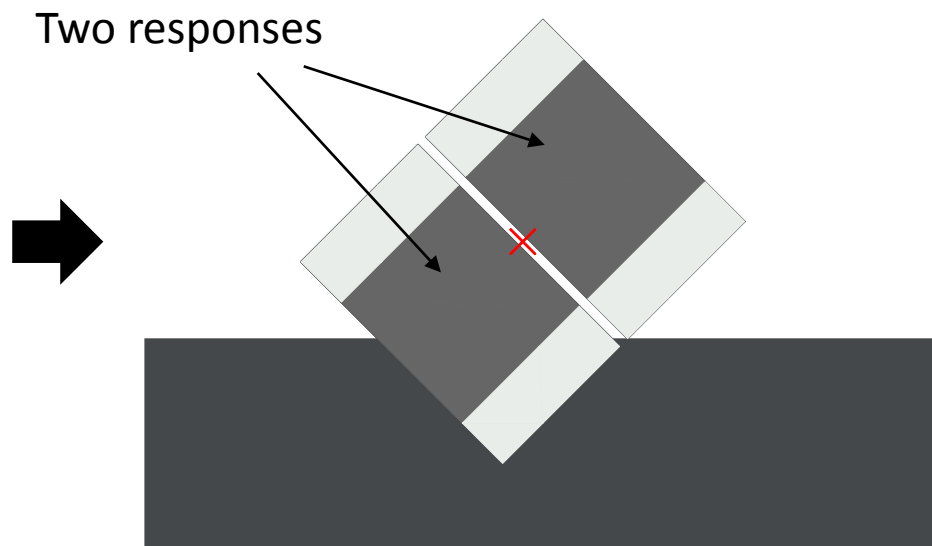
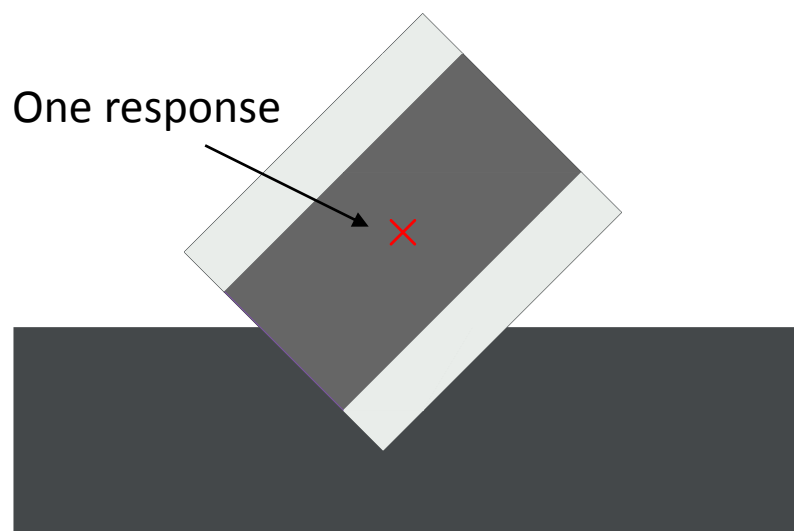
M.Pudzs, M.Greitans, R.Fuksis. “**Complex 2D Matched Filtering Without Halo Artifacts**”, IWSSIP 2011, Bosnia and Herzegovina, June 16-18, 2011, pp. 109-112



- Algoritms tiek papildināts ar papildus pārbaudēm un filtra reakciju atlasītājiem.
- Ja salāgotais filtrs reaģē uz nevēlamo detaļu, rezultāts dzēsts.

- Objektu turpinājumu izdalīšanas novēršanai mēs:

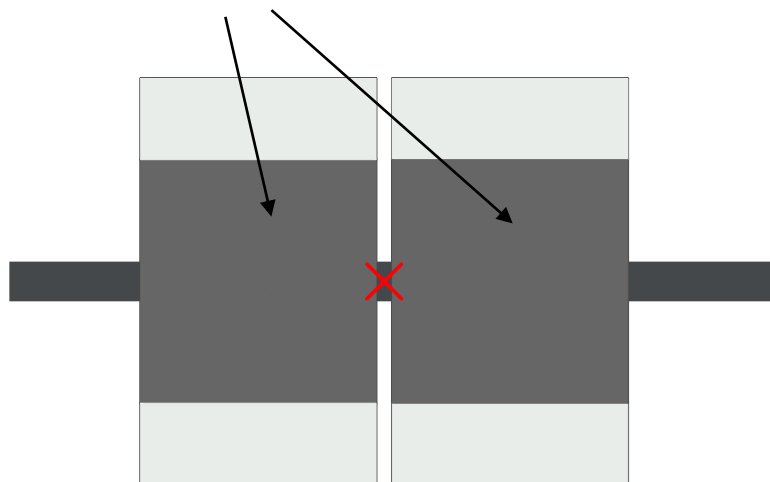
1. sadalām masku gareniski un
2. pārbaudām, vai objekts tiek izdalīts abās daļās.



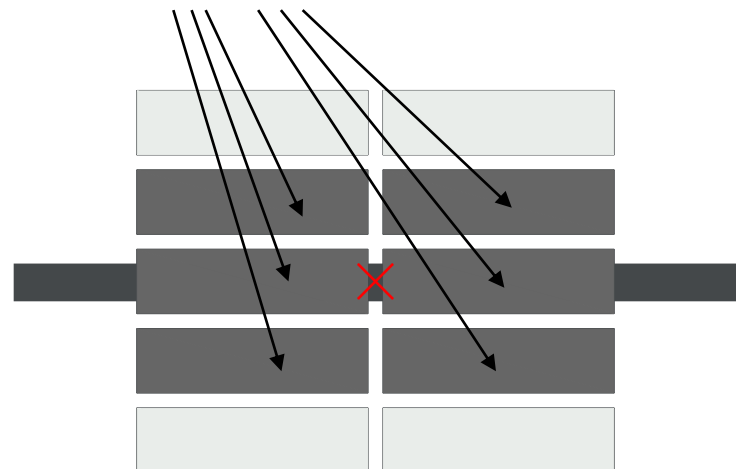
- Pārāk šauru līniju izdalīšanas novēršanai mēs:

1. papildus sadalām masku šķērsām un
2. pārbaudām, vai objekts tiek izdalīts katrā no daļām (kopā – 6).

Two responses

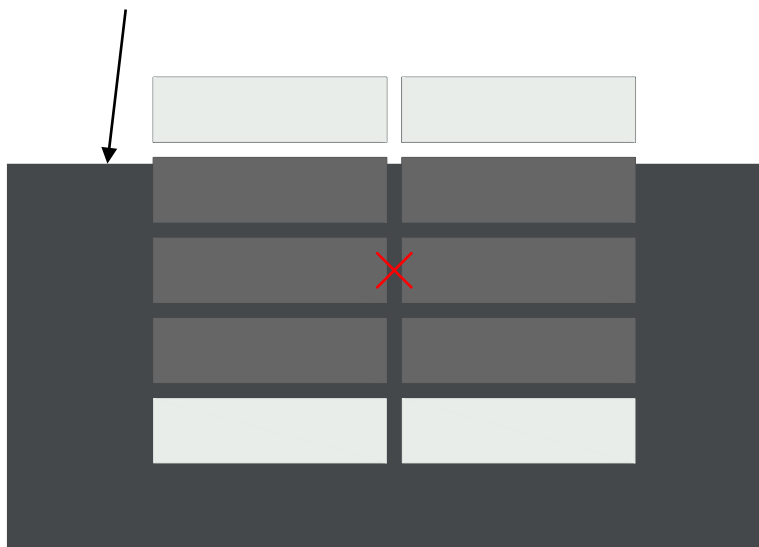


Six responses

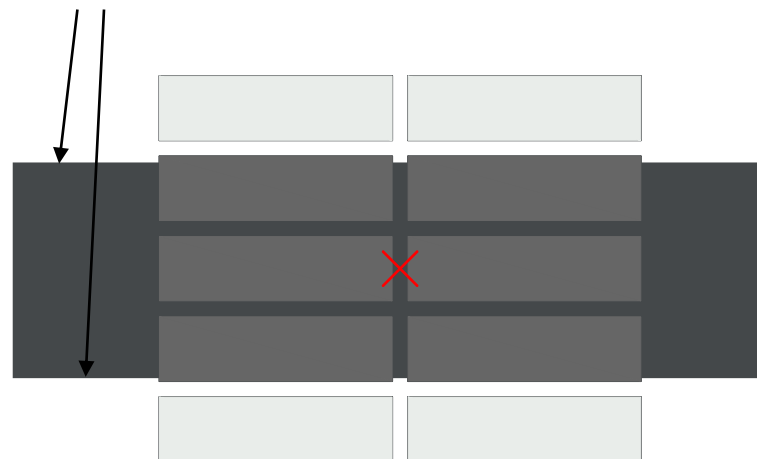


- Objektu malu izdalīšanas novēršanai mēs:
 1. pārliccināmies, ka gradients tiek izdalīts abās pusēs.

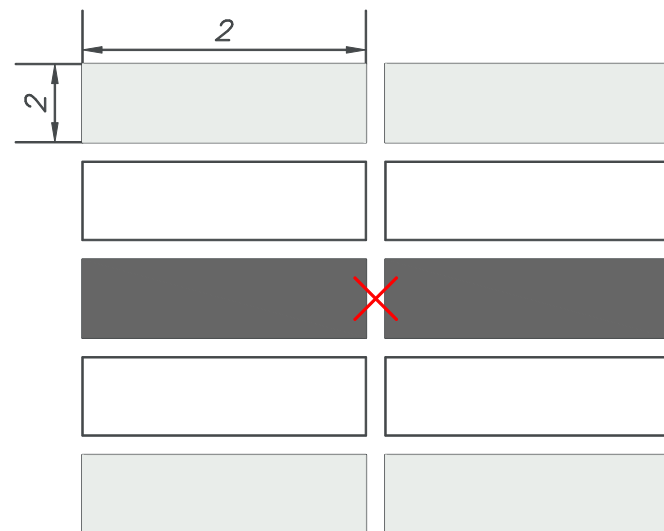
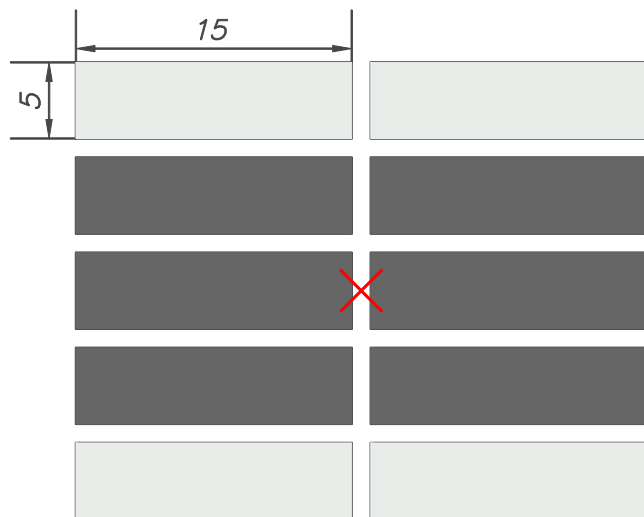
Single gradient



Two gradients



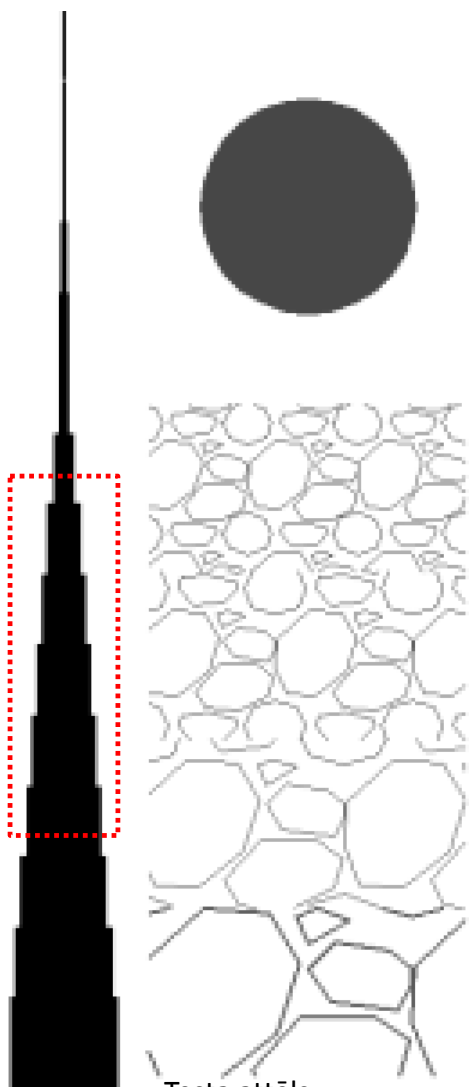
- Lai veiktu minētas pārbaudes, filtra maska tiek sadalīta segmentos:



Konvolūcija tiek veikta ar katru segmentu atsevišķi. Tad:

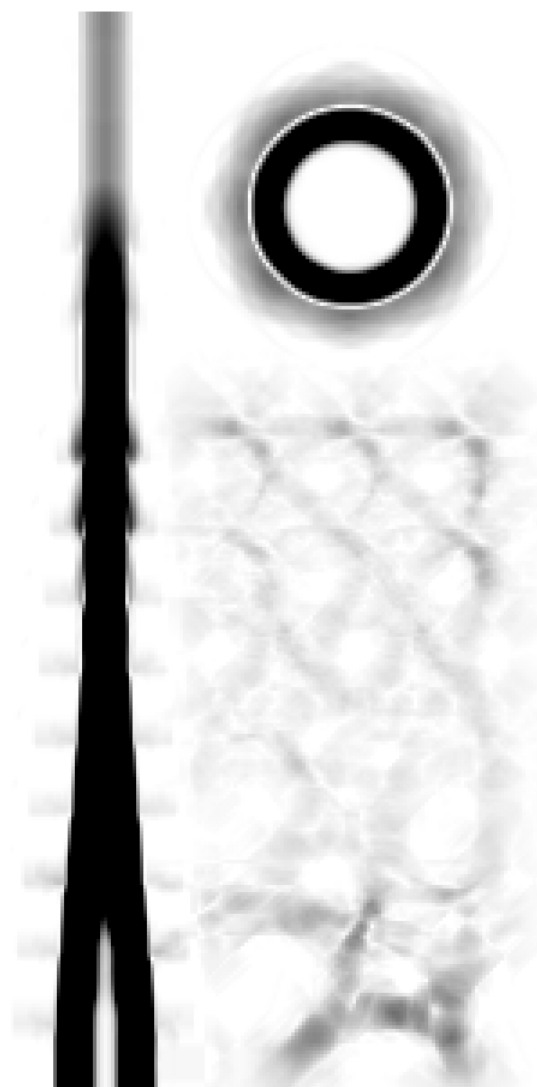
Filtrācijas rezultāts ir aprēķināms kā summa (nepalielinot operāciju skaitu);

No iegūtam 10 vai 6 filtra reakcijām ir iespējams veikt visas nepieciešamās pārbaudes.

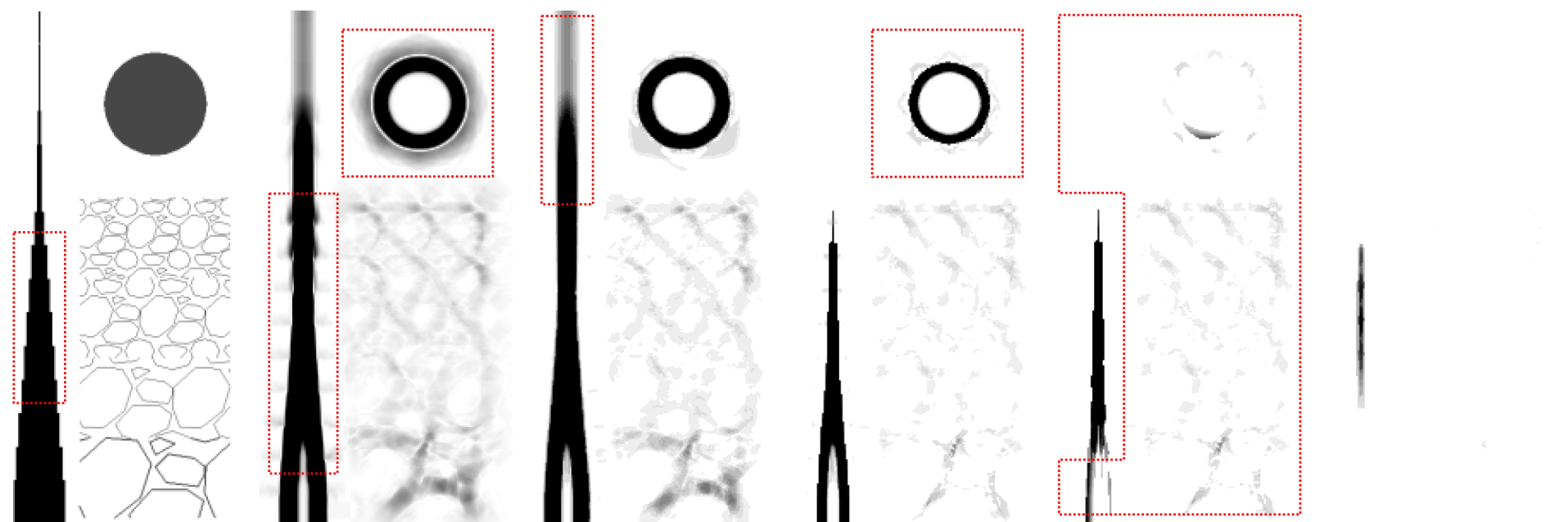


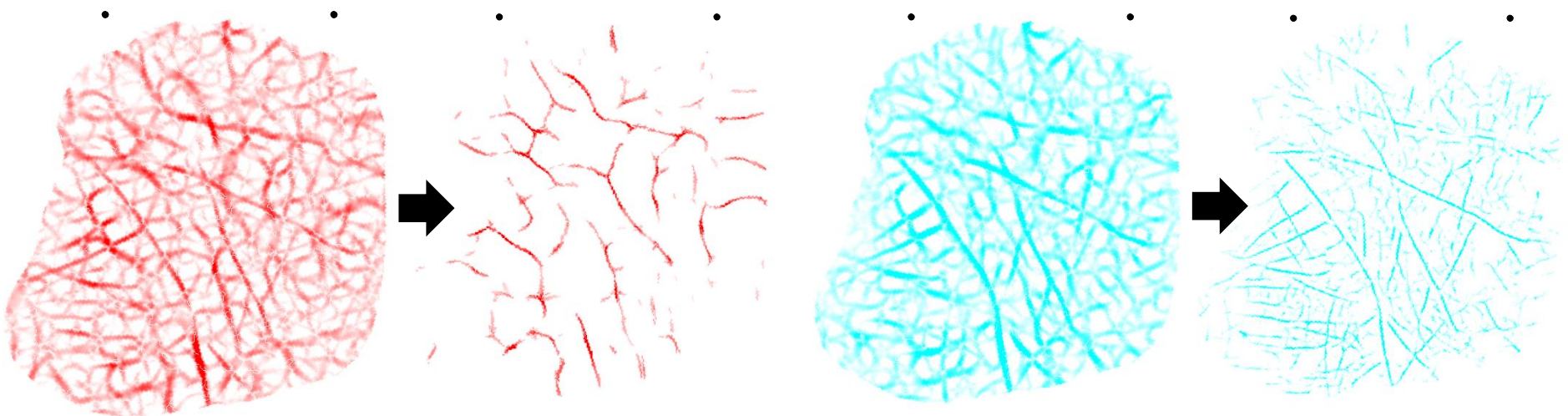
Testa attēls

Iezīmētais reģions – noteikta platuma
līnija, kuru vēlamies izdalīt



Attēls filtrēts, izmantojot NHCMF
(rezultāts invertēts)

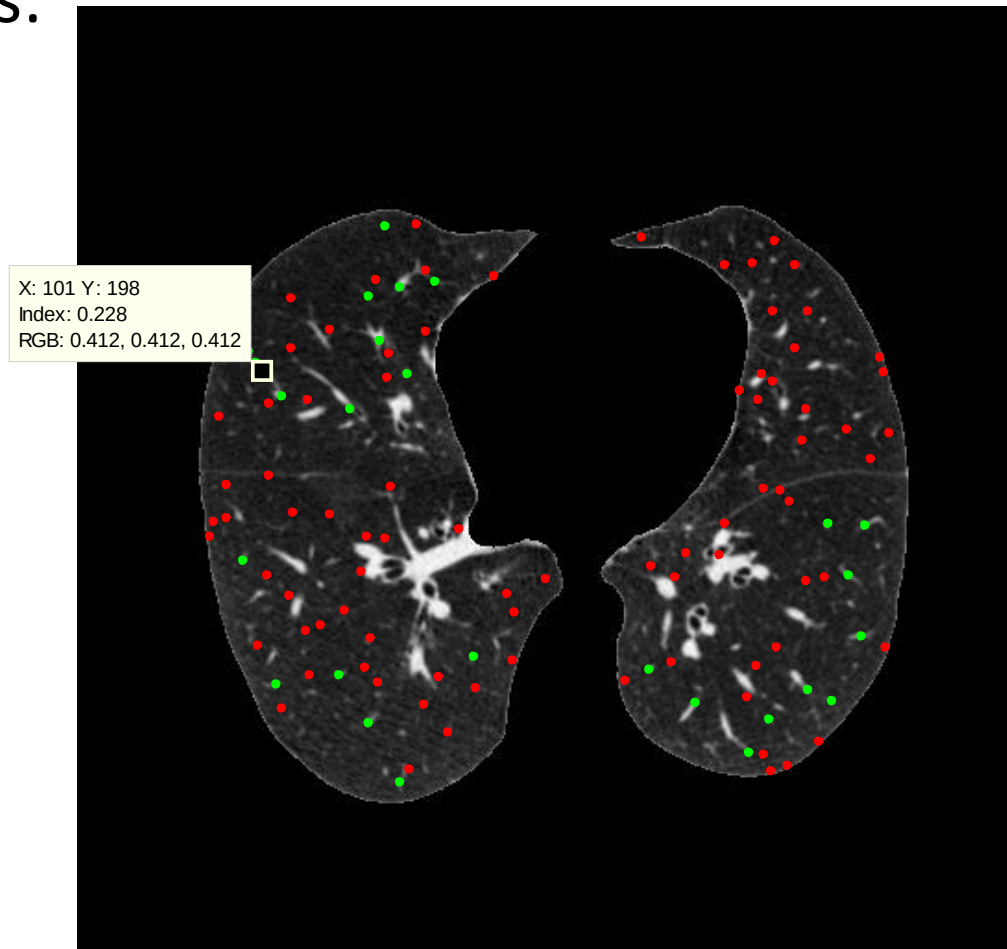


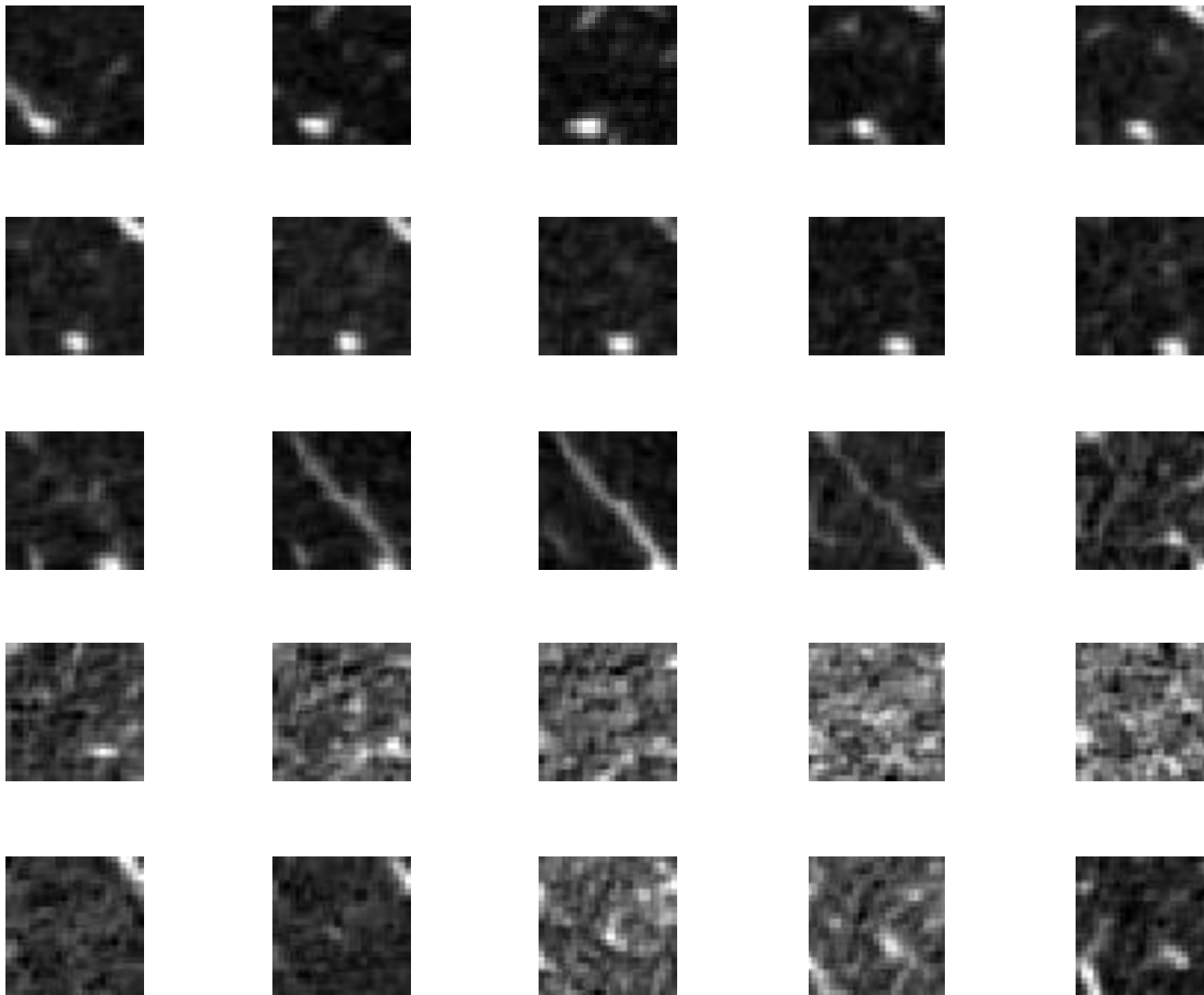


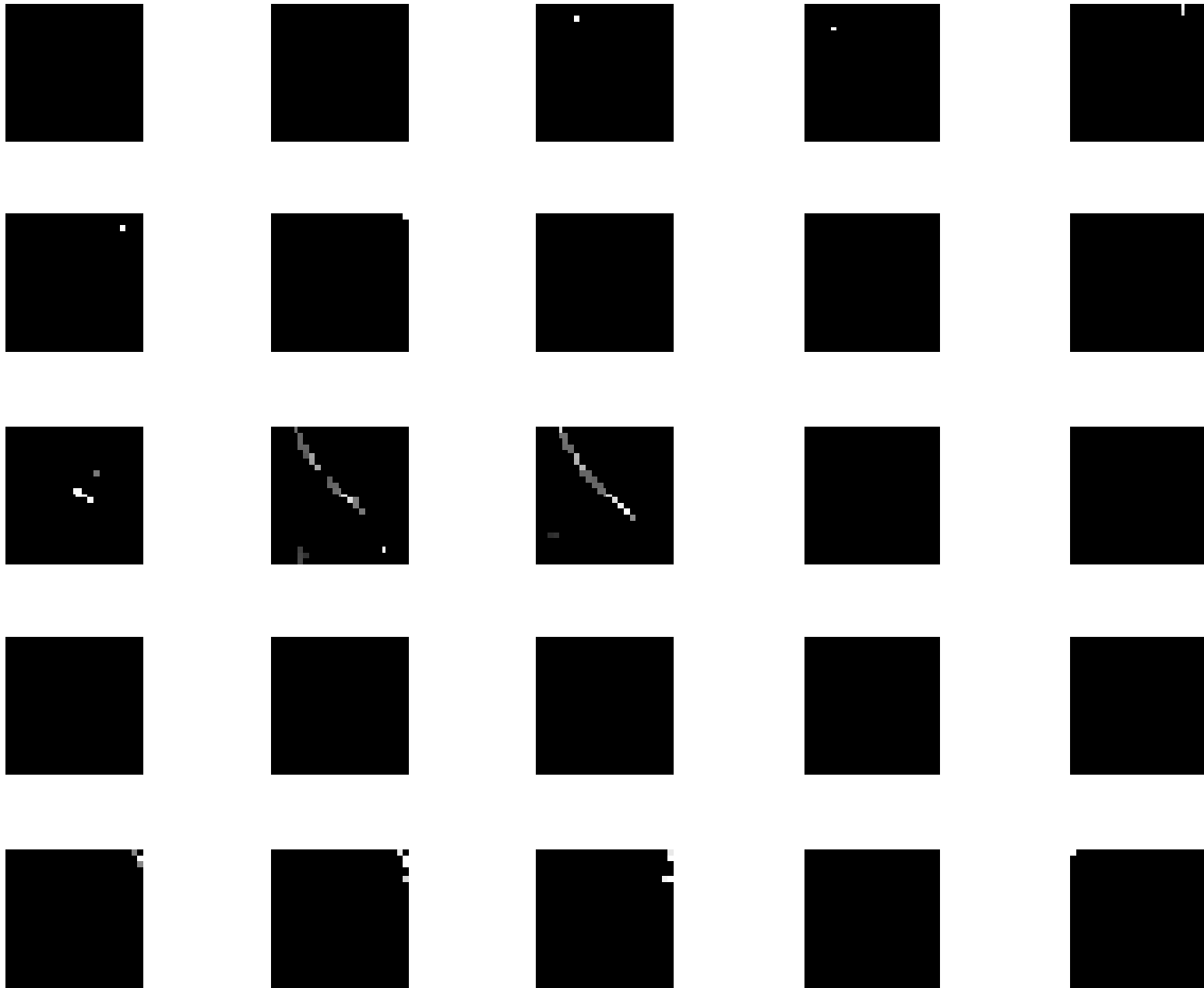
Turpmākais darbs

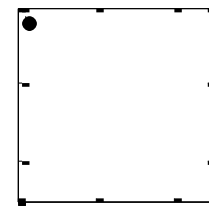
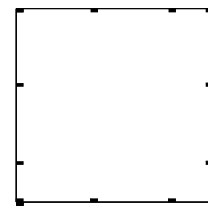
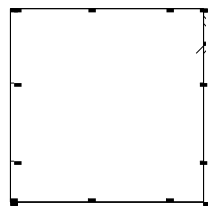
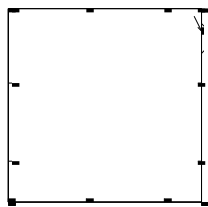
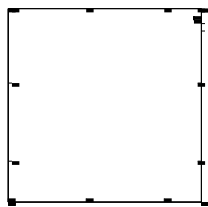
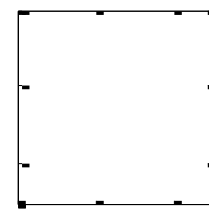
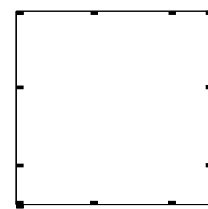
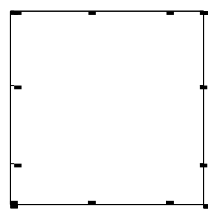
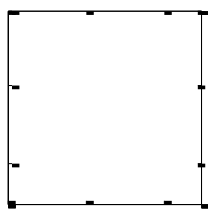
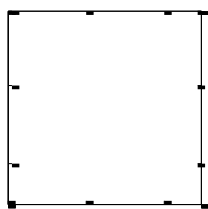
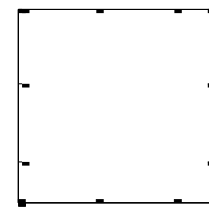
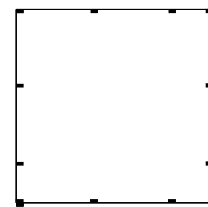
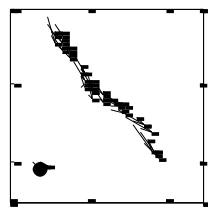
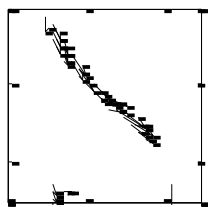
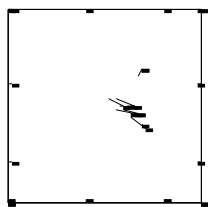
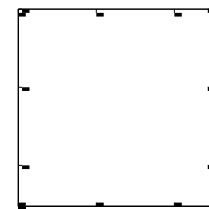
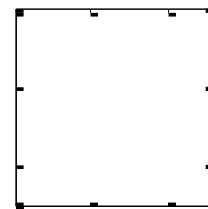
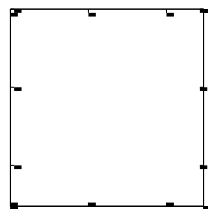
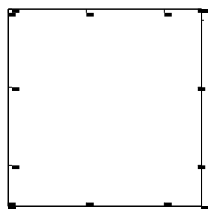
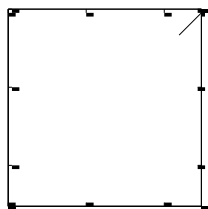
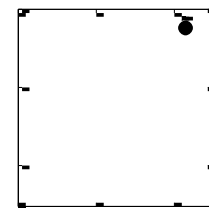
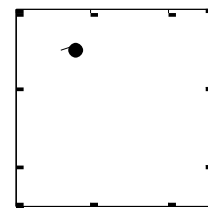
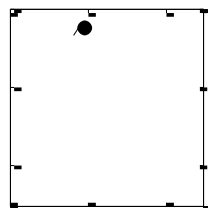
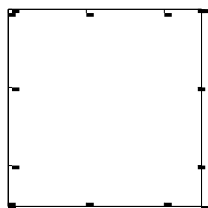
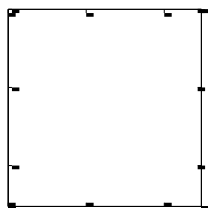
3D salāgota filtrācija:

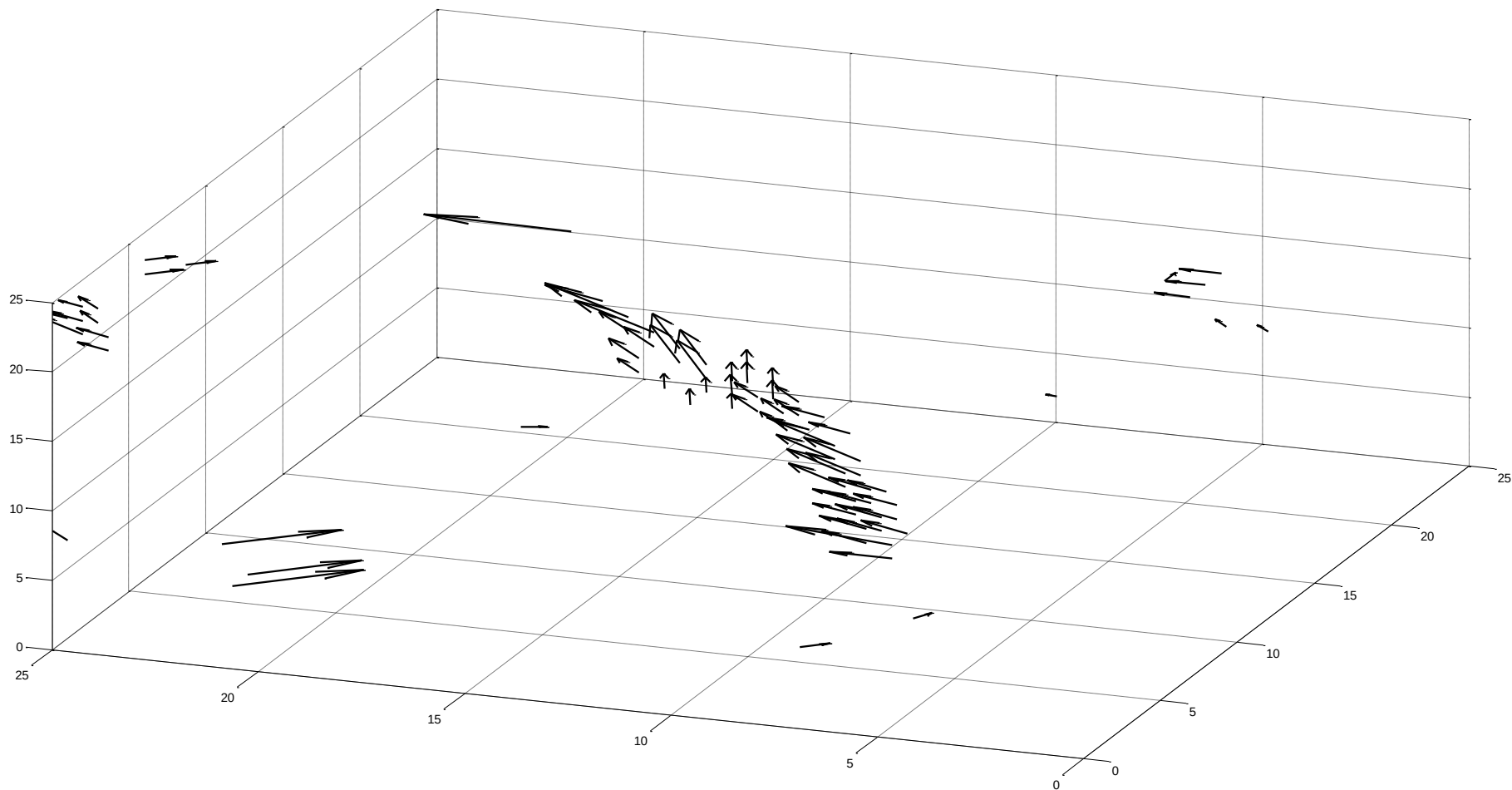
- Uzdevums:











PALDIES PAR UZMANĪBU

Kontakti:

Vārds – Teodors Eglītis
E-pasts – teodors.eglitis@edi.lv
Telefons – +371 67558280
Skype – Teodors Eglitis

