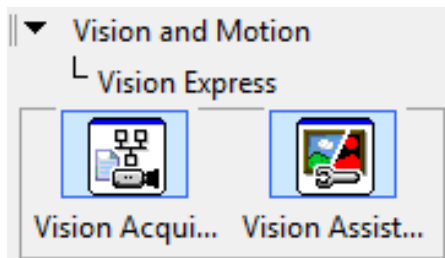


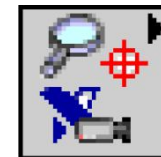
PROGRAMSKI PAKET LabVIEW
NI VISION
VISION ASSISTANT

NI Vision - Uvod

- NI Vision predstavlja biblioteku funkcija za obradu slika, lokaciju objekata i identifikaciju objekata i merenje objekata.
- Funkcije su dostupne u LabVIEW, ali se mogu pozivati i iz drugih programskih jezika kao što je C++.
- NI Vision Assistant je aplikacija za brz razvoj *Machine Vision* (MV) algoritma i sastavni je deo NI Vision modula. Iako je nezavisna aplikacija, može se pozvati i iz LabVIEW korišćenjem čarobnjaka Vision Assistant, koje na nalazi na paleti, *Vision and Motion* » *Vision Express*.

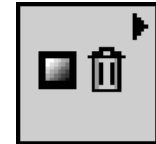


- Podpalete NI Vision modula:
 - *Vision Utilities* – manipulacija i prikaz slika,
 - *Image Processing* – obrada, filtriranje i analiza slika,
 - *Machine Vision* – izvršavanje jednostavnih MV zadataka.



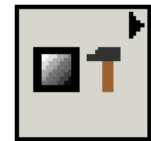
NI Vision – Vision Utilities

- *Image Management* – Grupa funkcija za upravljanje sa slikama – kreiranje i oslobađanje memorijske lokacije slike (*dispose*); podešavanje/očitavanje (*set/get*) atributa slika kao što su veličina i ofset; kopiranje slika; napredne funkcije za promenu veličine ivice slike i dobija pointera na sliku.
- *Files* – funkcije za čitanje i upis slika na disk, u različitim formati, kao i čitanje podataka o slikama koje su upisane na disk (zavisi od formata slike).
- *External Display* – funkcije kojima se kontroliše prikaz slika u posebnom prozoru (ne na Front Panelu):
 - Očitavanje/podešavanje atributa spoljašnjeg prozora kao što su veličina, pozicija, zoom faktor,...
 - Dodela palete boja eksternom prozoru,
 - Podešavanje i korišćenje kontrole za navigaciju slika,
 - Podešavanje i korišćenje alata za definisanje ROI (*region of interest*) slike,
 - Detekcija iscrtanih elemenata na eksternom prozoru od strane korisnika,
 - Dobijanje informacija o karakteristikama ROI-a koje je iscrtao korisnik.



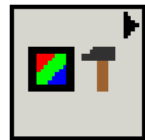
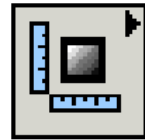
NI Vision – Vision Utilities

- *Region of Interest* – programska manipulacija ROI.
- *Image manipulation* – grupa funkcija kojima se menja prostorni sadržaj – *resampling* slike, izdvajanje dela slike, rotacije, pomeranje , pretvaranje kružnog segmenta slike u pravougaoni, manipulacija sa *clipboard*-om.
- *Pixel Manipulation* – funkcije za modifikaciju individualnih piksela u slici. Očitavnaje / dodela vrednosti pojedinačnog piksela, piksela duž vrste ili kolone, svih piksela u slici, kao i konvertovane slike u 2D niz i 2D niza u slika.
- *Overlay* – iscrtavanje osnovnih geometrijskih figura na slici (tačka, linija, trougao, krug, pravougaonik, kružni isečak, sa mogućnošću ispune) bez modifikacije stvarne vrednosti piksela što može biti korisno za prikazivanje rezultata obrade i analize slike.



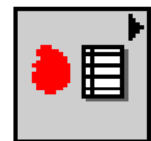
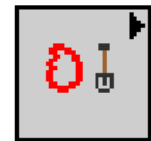
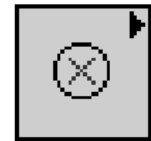
NI Vision – Vision Utilities

- *Calibration* – funkcije za prostornu kalibraciju slike, kako bi se ostvarila veza piksel / mm i odredila tačno merenje objekata. Postoje i funkcije za ispravku distorzije sočiva, ako i promenu perspektive slike. Za konverziju perspektive koristi se slika mreže crnih krugova na beloj pozadini.
- *Color Utilities* – Pristup kolor informacijama slike, izdvajanje kolor ravni, zamena pojedinih kolor ravni, konverzija iz jednog u drugi kolor sistem, konvertovanje slike u niz i obrnuto, očitavanje/promena vrednosti piksela.
- *Vision RT* – grupa funkcija koja omogućava rad sa *Real-Time* (RT) modulima (kao što je NI CVS – *Compact Vision System*). Funkcije za prikaz slike na *Video Out* konektorima RT modula, slanje slike preko mreže i podešavanje stepena kompresija pri slanju slika.



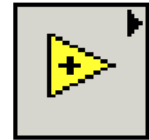
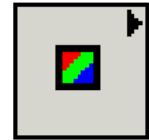
NI Vision – Image Processing

- *Processing* – funkcije za obradu crnobelih i binarnih slika. Operacije *treshold*, *lookup*, *watershed*, manipulacija sa kontrastom, invertovanje.
- *Filters* – funkcije za filtriranje slike – uklanjanje šuma, detekcija ivica, definisanje korisničkih konvolucionih filtara.
- *Morphology* – morfološke operacija na crnobeloj binarnoj slici (erozija, dilatacija). Obrada binarnih slika – uklanjanje malih objekata (posledica šuma), popunjavanje šupljina, određivanje minimalnog konveksnog poligona (*convex hull*), uklanjanje objekata koji dodiruju ivicu slike.
- *Analysis* – grupa funkcija za analizu sadržaja crnobelih i binarnih slika. Informacije dobijene na osnovu histograma, statistike na osnovu raspodela vrednosti piksela duž 1D linija u crnobeloj slici. Detekcija i analiza objekata u binarnoj slici (površina, momenti, perimetar,...).



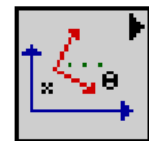
NI Vision – Image Processing

- *Color Processing* – analiza i obrada kolor slika. Histogrami kolor slika, *lookup*, modifikacija osvetljenosti (*brighthness*) i kontrast, *gamma corection*, *threshold* na kolor slikama. Poređenje kolor informacija sa različitih delova slike, *color matching*.
- *Operators* – grupa funkcija za izvršavanje osnovnih aritmetičkih i logičkih operacija nad slikama
- *Frequency Domain* – obrada i analiza slika u frekvencijskom domenu. Konverzija slika iz prostornog u frekvencijski domen i obrnuto. Omogućene su osnovne aritmetičke operacije nad slikama u frekvencijskom domenu, kao i filtriranje u frekvencijskom domenu. Takođe, moguća je ekstrakcija/promena faze, amplitude, realnog ili imaginarnog dela u kompleksnoj slici.



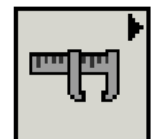
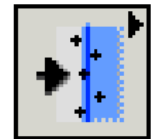
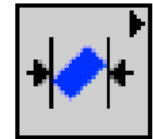
NI Vision – Machine Vision

- *Select Region of Interest* – izbor ROI alata i iscrtavanje ROI na slici, informacije on iscrtanom ROI uz minimalno programiranje.
- *Coordinate System* – grupa funkcija za određivanje koordinatnog sistema u slici na osnovu detekcije ivica ili pronalaženje tačno definisanog objekta (*pattern matching*). Pronađeni koordinatni sistem može se upotrebiti u drugim funkcijama MV palete.
- *Count and Measure Objects* – funkcije za *threshold* slike i izdvajanje objekata iz pozadine, a zatim merenje definisanih karakteristika izdvojenih objekata. Mogućnost ignorisanja neželjenih objekata na osnovu definisanih karakteristika.
- *Measure Intensities* – grupa funkcija za merenje intenziteta piksela i/ili određivanje statističkih karakteristika duž linije ili unutar pravougaonog regiona u slici.



NI Vision – Machine Vision

- *Measure Distances* – grupa funkcija za određivanje rastojanja, kao što je minimalno ili maksimalno horizontalno rastojanje između vertikalnog orjentisanih ivica. Slično i za vertikalni pravac.
- *Locate Edges* – funkcije za lokaciju vertikalnih, horizontalnih ili kružnih ivica.
- *Find Patterns* – grupa funkcija kojima se uči algoritam da bi potom mogao da pronalazi objekte (obrasce) u slici.
- *Searching and Matchine* – kreiranje i pronalaženje obrazaca u kolor ili crnobeloj slici. Postoji i grupa funkcija za pronalaženje predefinisanih objekata u binarnoj slici.
- *Caliper* – grupa funkcija za detekciju ivica duž različitih profila u slici. Pronalaženje ivica duž linije; duž grupe paralelnih linija u pravougaonom regionu (*rake*); duž grupe koncentričnih kružnih segmenata unutar kružnog regiona (*concentric rake*); ili radijalnih linija iz istog centra unutar kružnog regiona.



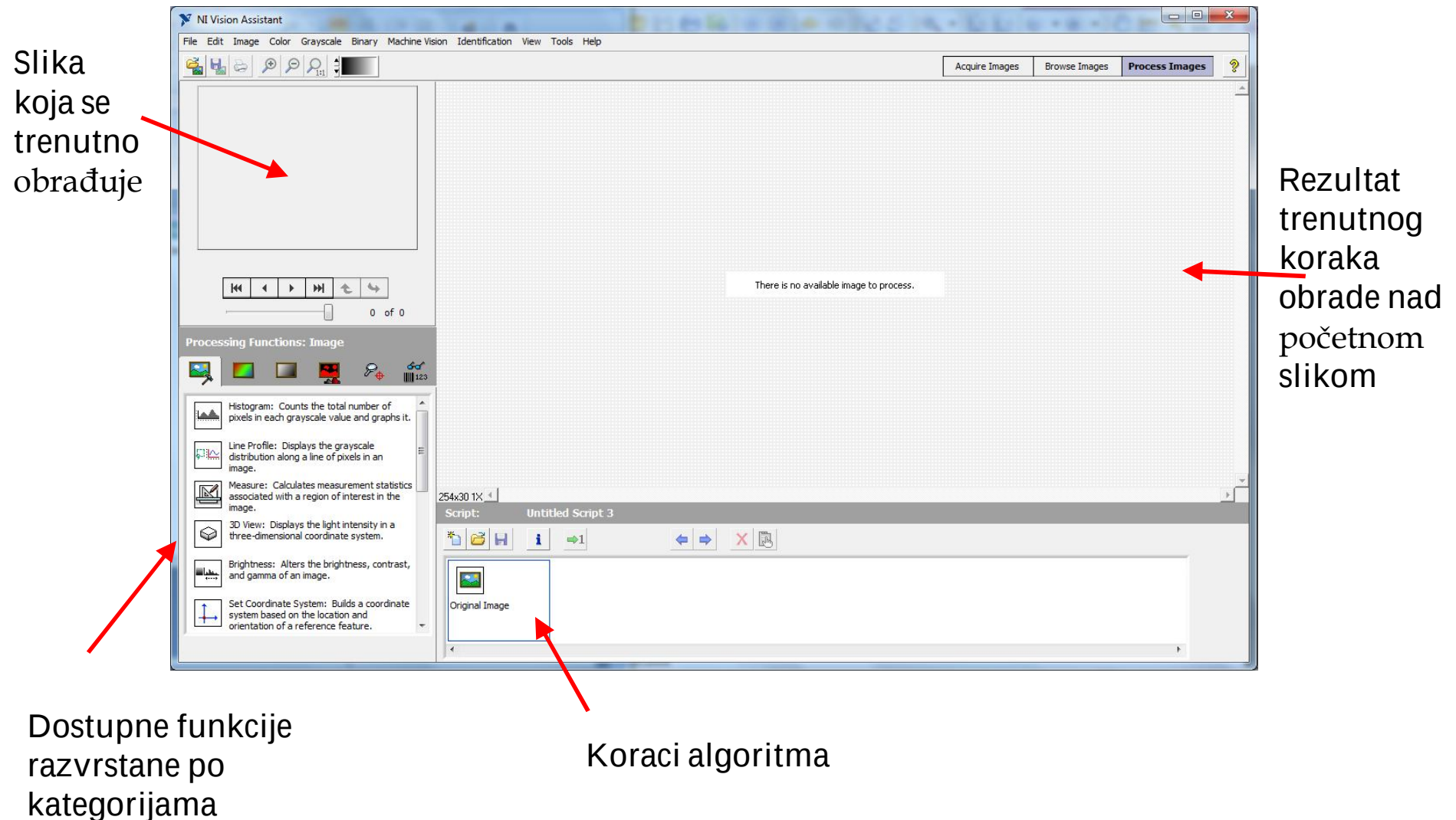
NI Vision – Machine Vision

- *Analytic Geometry* – izvršavanje operacija analitičke geometrije nad grupom tačaka u slici. Fitovanje linije, kruga ili elipse. Određivanje površine poligona koga definišu izdvojene tačke. Izračunavanje rastojanja između tačaka. Određivanje ugla između linija koja definišu date tačke. Pronalaženja preseka dve prave, simetrale ugla između dve prave, definisane zadatim tačkama. Tačke mogu biti i rezultat obrade.
- *OCR – Optical Character Recognition* u regionu slike.
- *Classification* – grupa funkcija za klasifikaciju binarnih objekta na osnovu oblika i definisanog *Feature Vector*.
- *Instrument Reader* – funkcije koje ubrzavaju razvoj algoritama za očitavanje sa sedmosegmentnih displeja, analognih merača, 1D i 2D barkodova.
- *Inspeciton* – grupa funkcija za poređenje slike sa *golden template* slikom (*golden template* – slika idealnog proizvoda).

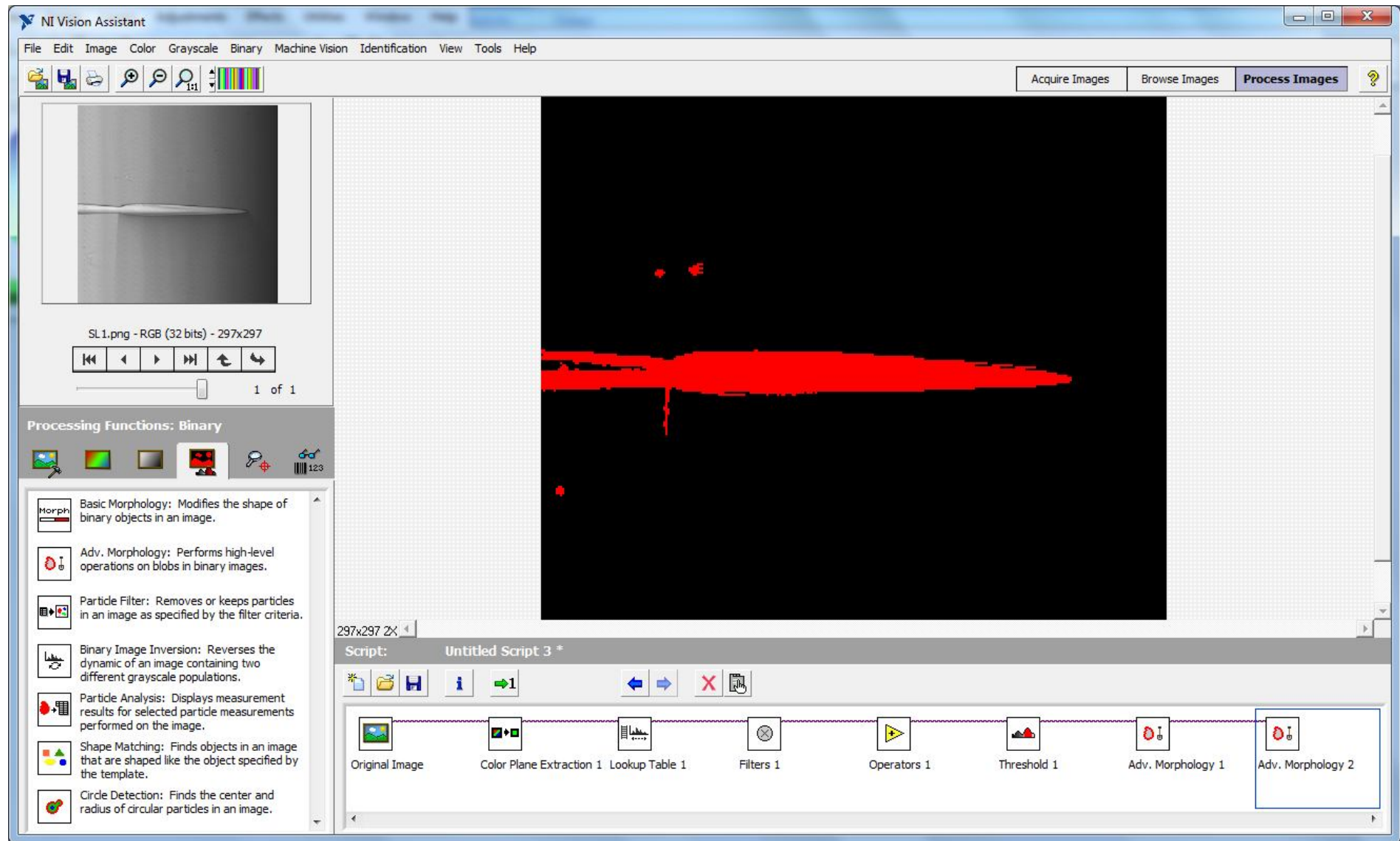


Vision Assistant

- Aplikacija koja omogućava brz razvoj algoritma.

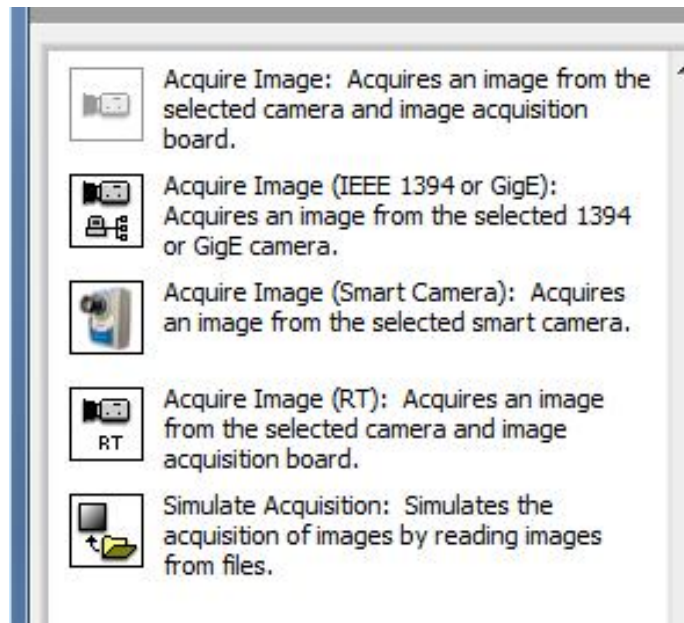
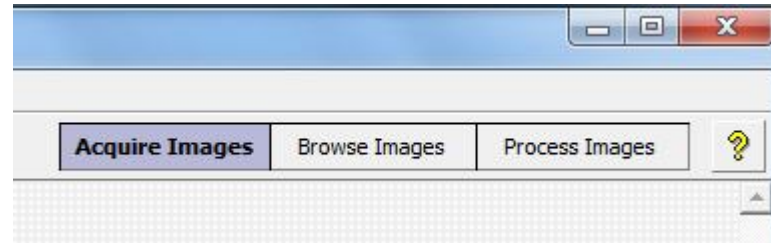


Vision Assistant



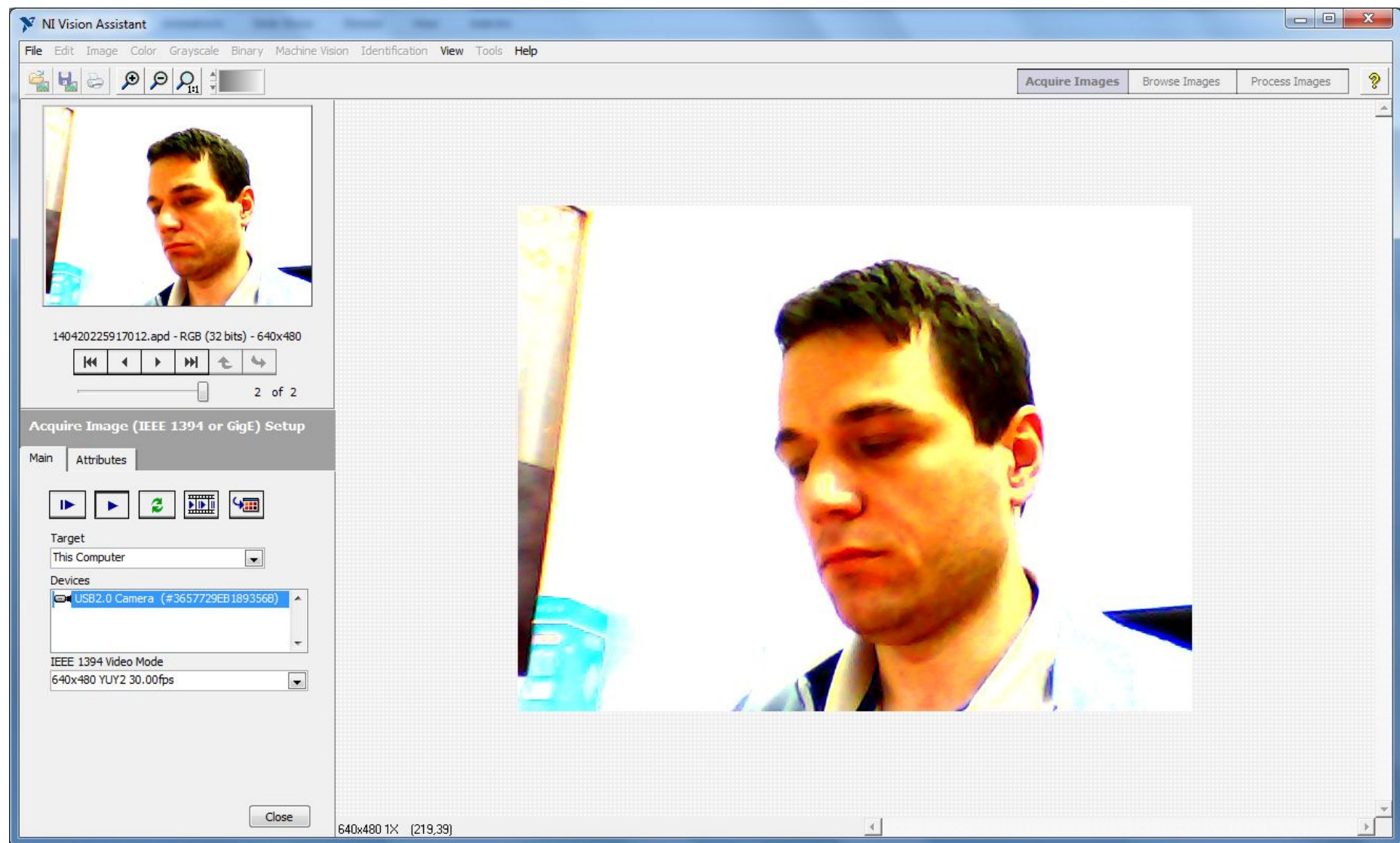
Vision Assistant – učitavanje slike sa kamere

- Moguć je rad sa slikom snimljenom na disk ili sa slikom dobijenom sa kamere.



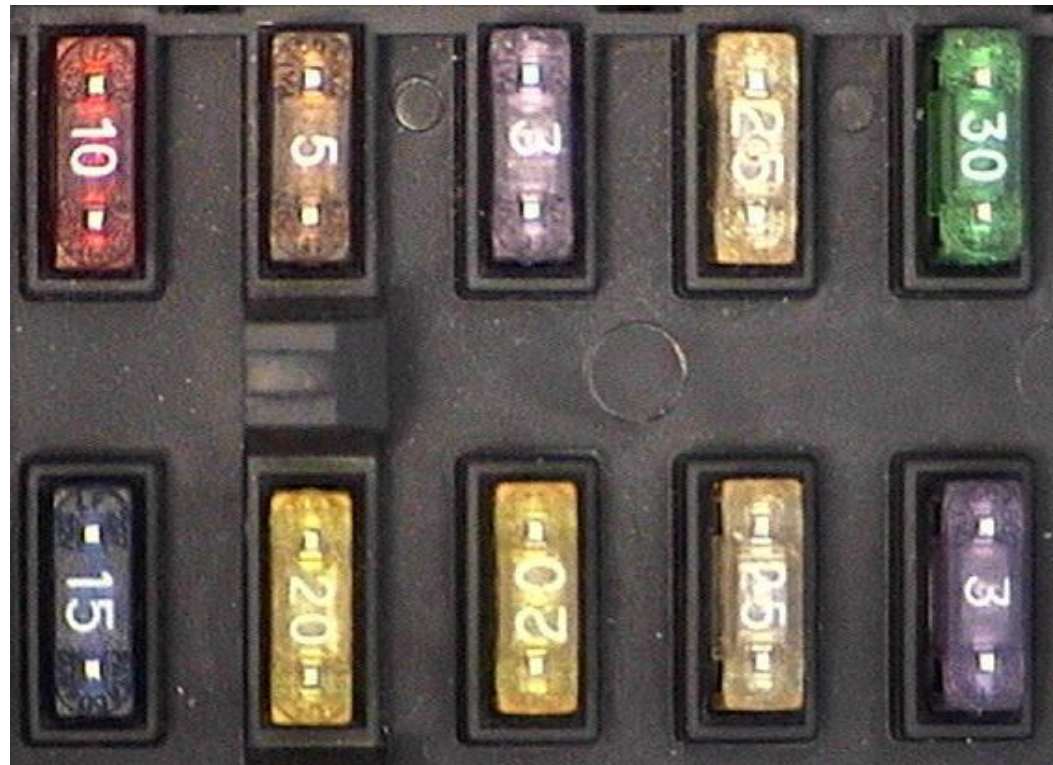
Bilo koja kamera sa kojom LabVIEW komunicira putem IMAQdx biblioteke (sve kamere koje se “vide” iz *Vision Acquisition Express VI*)

Vision Assistant – učitavanje slike sa kamere



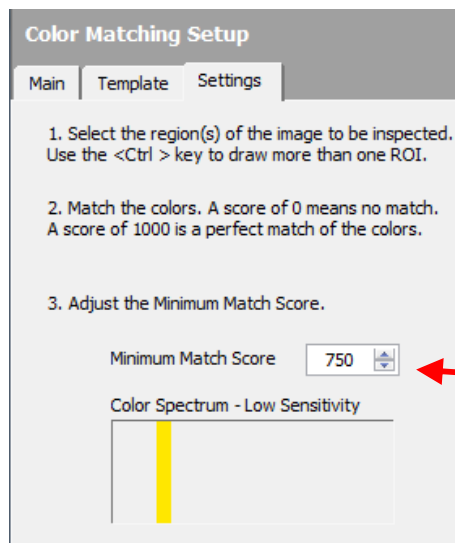
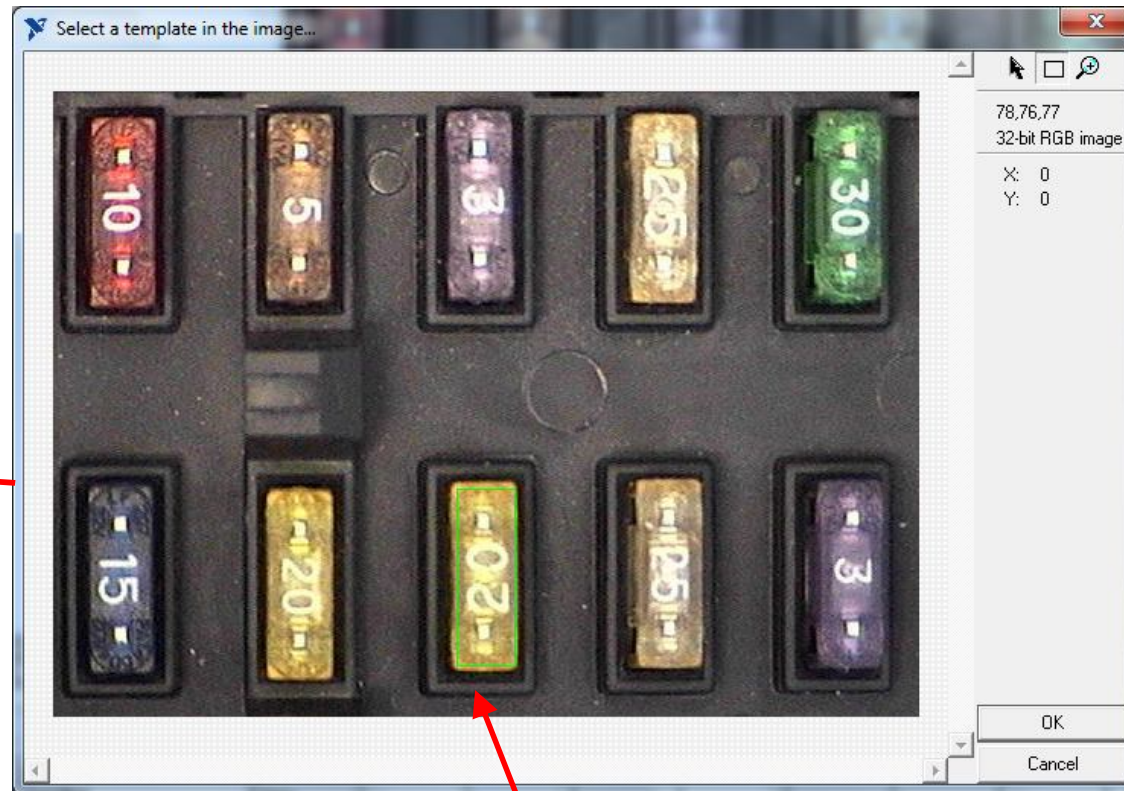
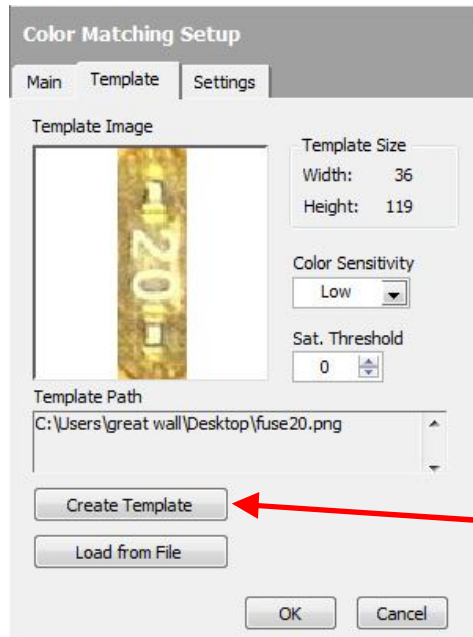
Vision Assistant – primer 1.

- Ispitivanje da li su automobilske osigurači prisutni i da li su na ispravnoj lokaciji.
- Koristi se *color matching* funkcija da bi se izvršilo poređenje kolor informacije za poziciju osigurača sa očekivanom bojom osigurača za tu poziciju.
- Za posmatrani osigurač definiše se region u kome se očekuje da će biti pronađen.
- U ovom primeru posmatra se osigurač vrednosti 20 koji se nalazi u donjem redu na središnjoj poziciji.



Vision Assistant – primer 1.

- Podešavanje funkcije *Color Machine* za osigurač vrednosti 20.



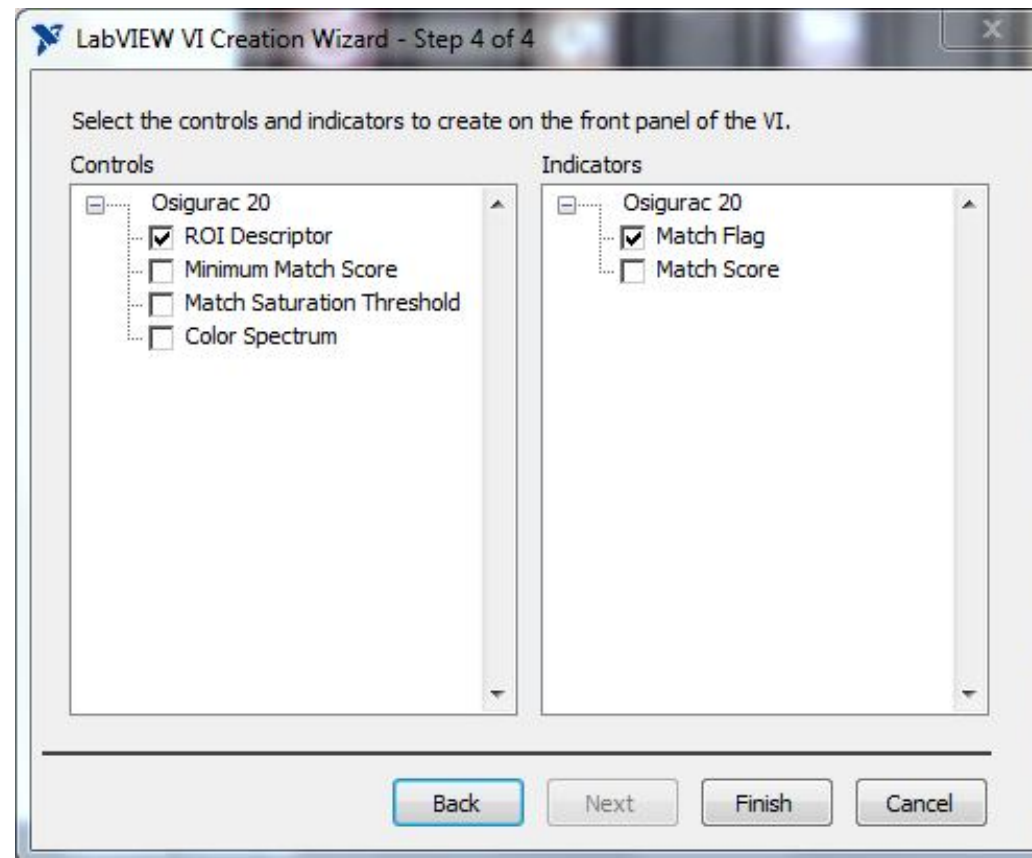
Definisanje boje koje je potrebno pronaći i tolerancije.
Definisanje oblasti u kojoj se vrši poređenje.

Vision Assistant – primer 1.

- Kreiranje VI:

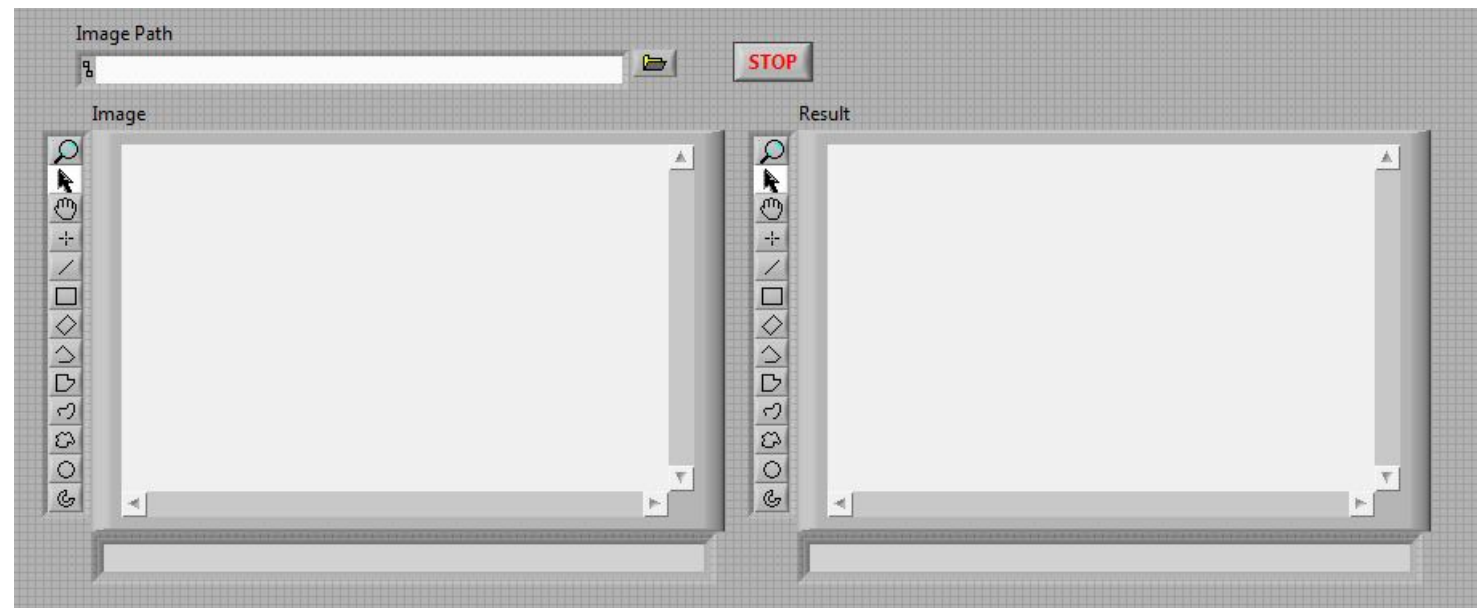
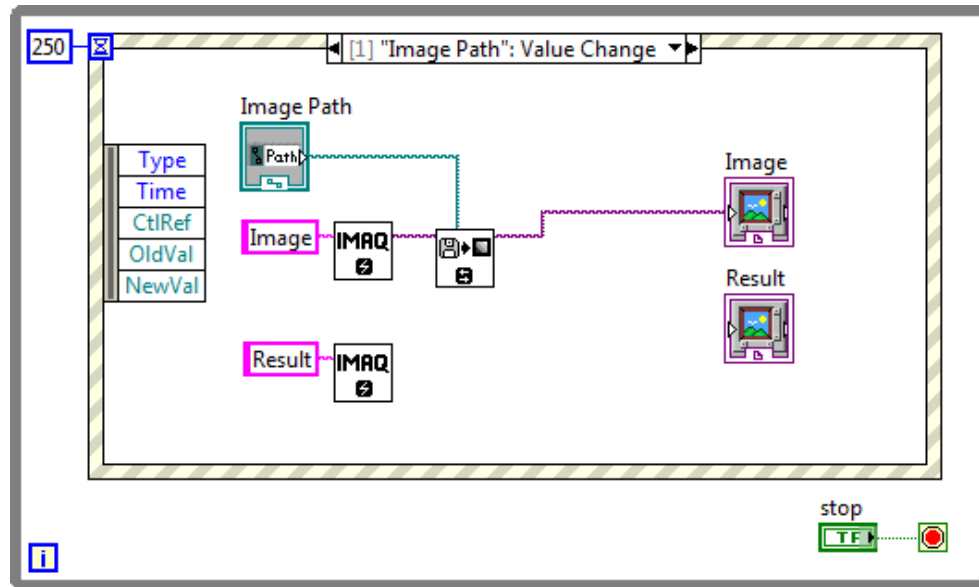
Tools » Crate LabVIEW VI...

Izbor kontrola i indikatora za svaku *Color Matching* funkciju.



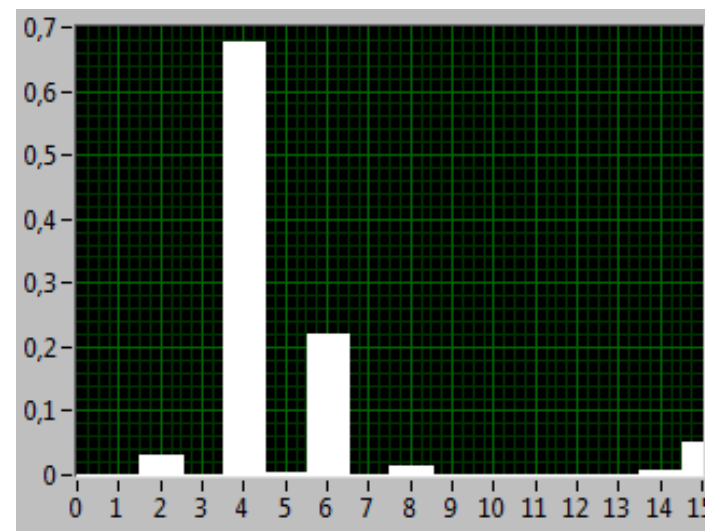
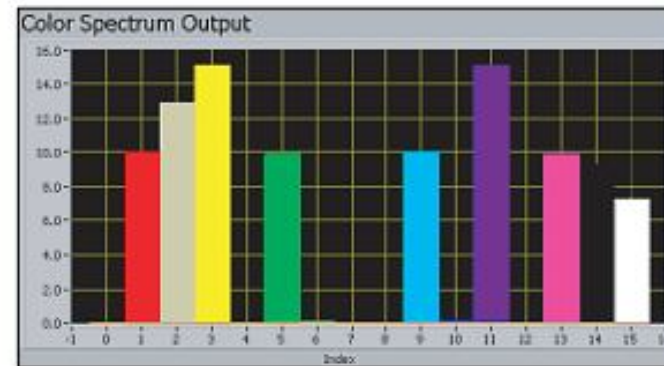
Primer 1 – Dorada u LabVIEW

- Za testiranje algoritma dobijenih iz *Vision Assistant* koristiti Interface.vi



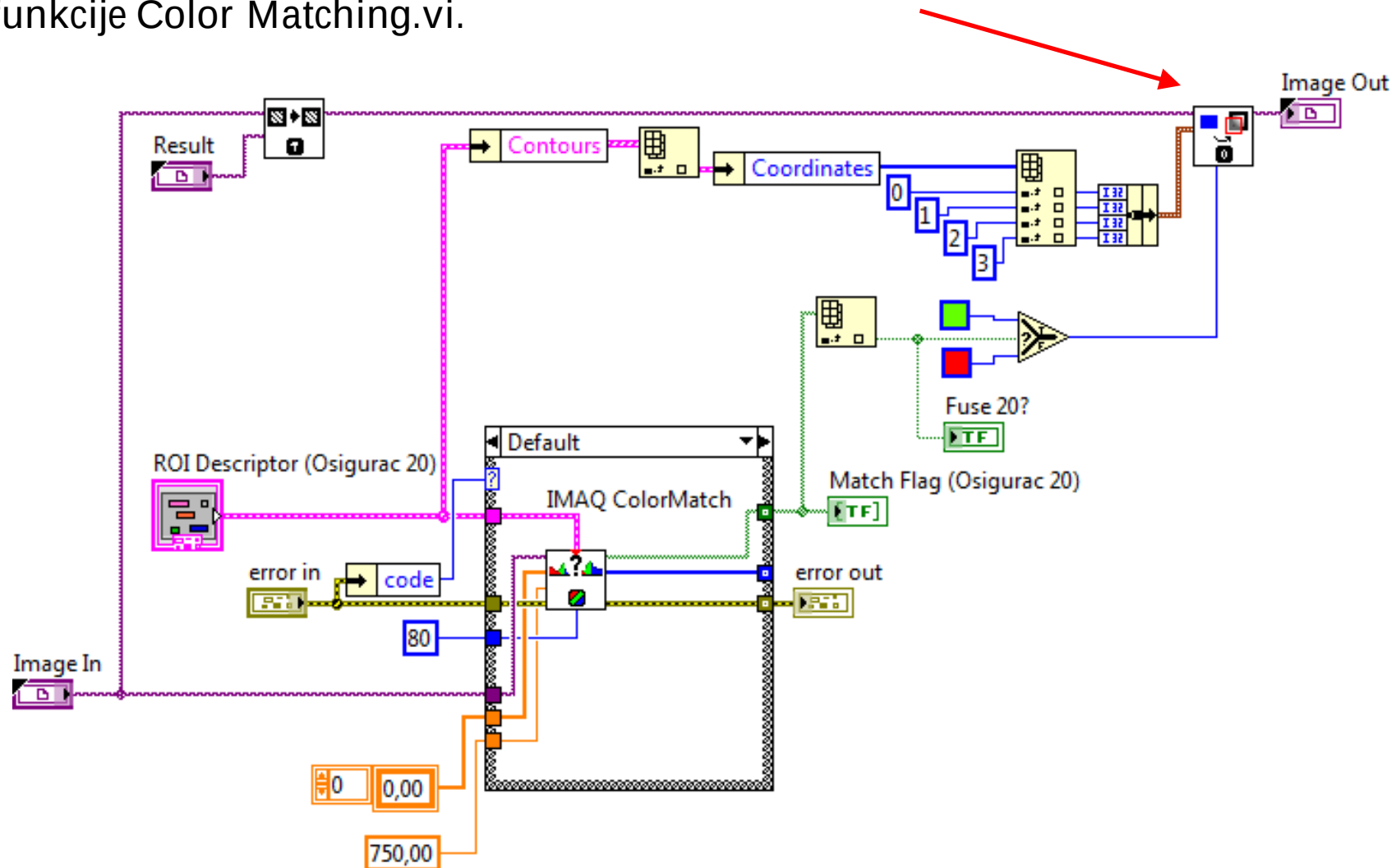
Primer 1 – Dorada u LabVIEW

- Iako u Vision Assistant šabloni definisani kao slike, u LabVIEW od njih se formira kolor histogram.



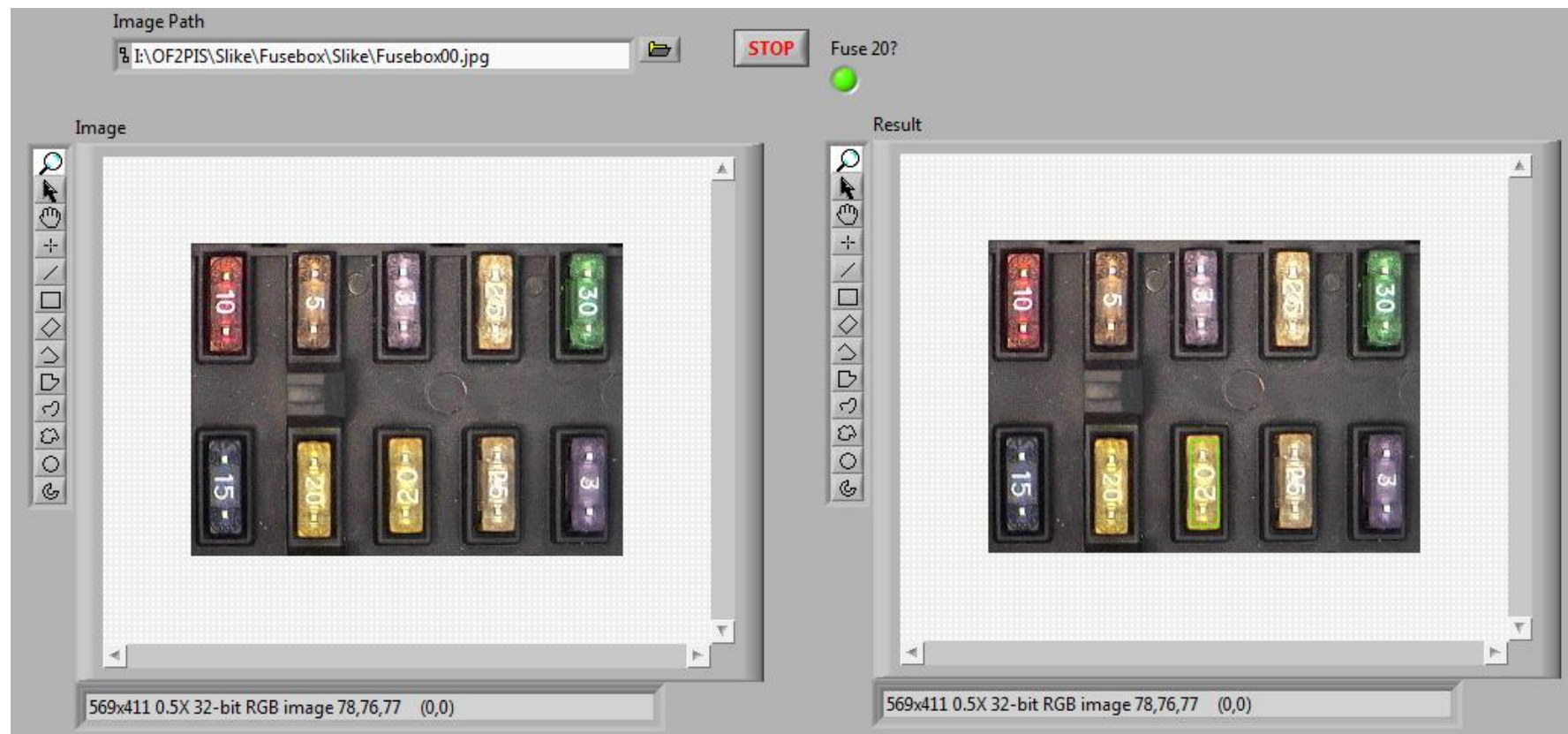
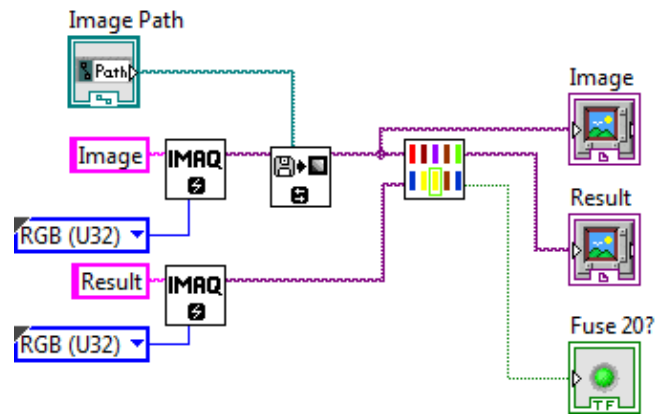
Primer 1 – Dorada u LabVIEW

- Promena indikatora rezultata na LED indikator.
- Potrebno je dodati iscrtavanje rezultate (zeleni ili crveni pravougaonik) nakon poziva funkcije Color Matching.vi.



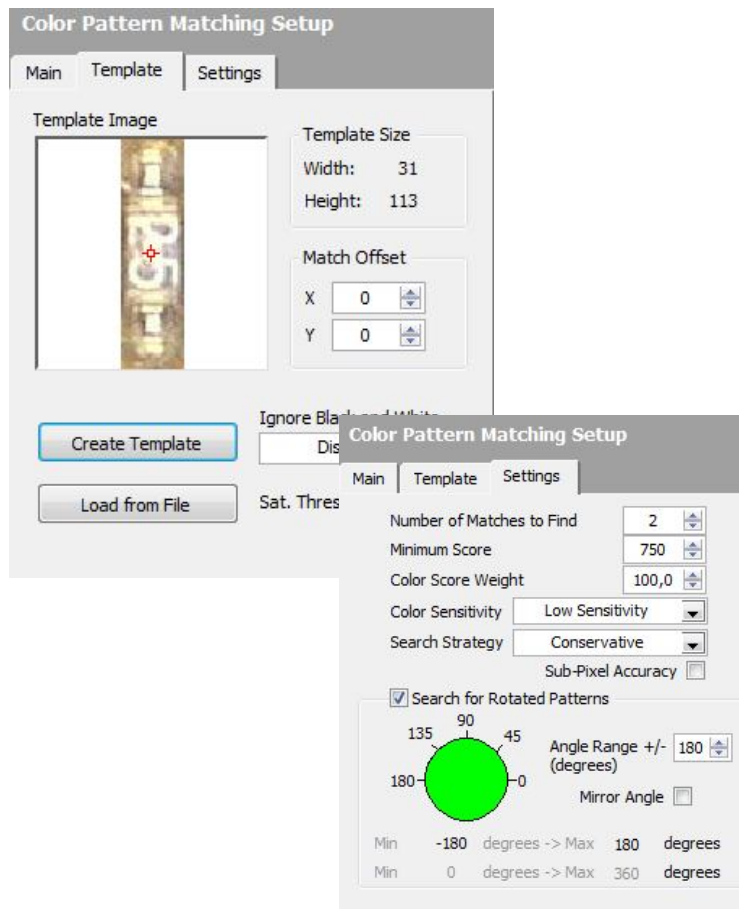
Primer 1 – Dorada u LabVIEW

- Finalni izgled aplikacije



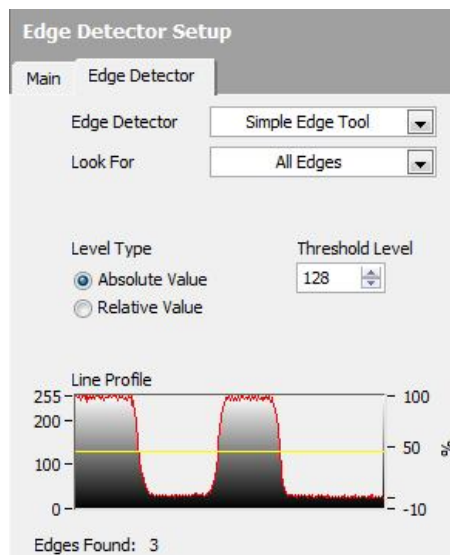
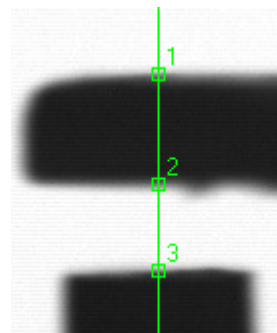
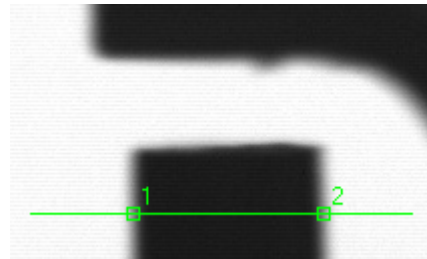
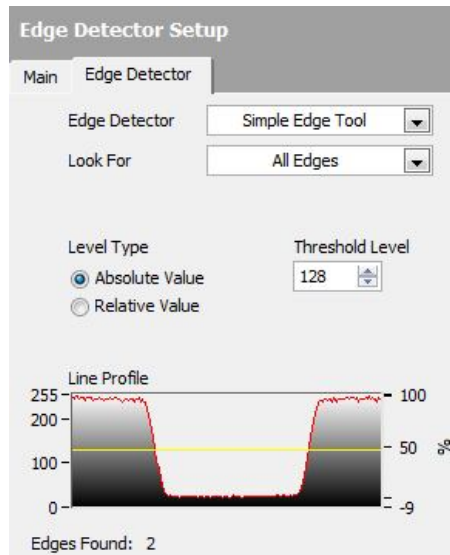
Primer 1 – Domaći

- U slučaju pomeranja postolja sa osiguračima ili promene orijentacije, funkcija *Color Matching* ne može da odrediti prisustvo osigurača.
- Napraviti aplikaciju koja određuje broj prisutnih osigurača vrednosti 25.
- Koristiti funkciju *Color Pattern Matching*.



Vision Assistant – primer 2.

- Inspekcija automobilskih svećica – merenje dimenzija.
- Funkcije *Edge Detection* i *Caliper*.



Caliper Setup

Caliper

Step Name: Dimenzije

Geometric Feature: Distance

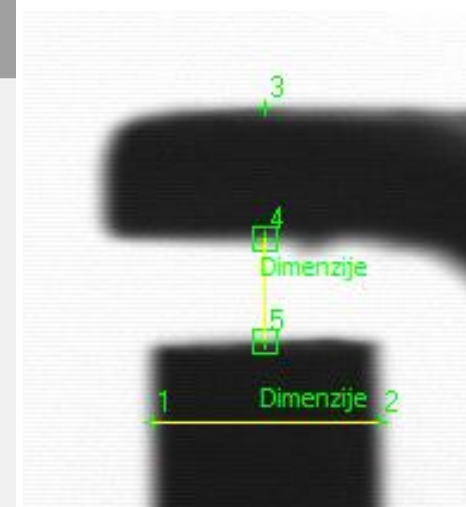
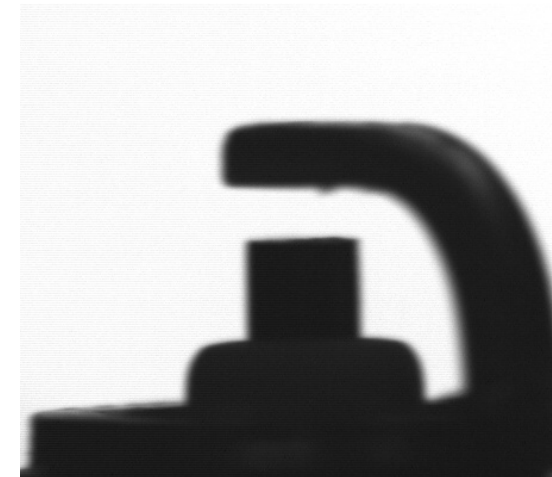
Available Points:

- ☐ 1- Horizontalna ivica - Edge 1
- ☐ 2- Horizontalna ivica - Edge 2
- ☐ 3- Vertikalna ivica - Edge 1
- ☒ 4- Vertikalna ivica - Edge 2
- ☒ 5- Vertikalna ivica - Edge 3

Select 2 points.

Measure

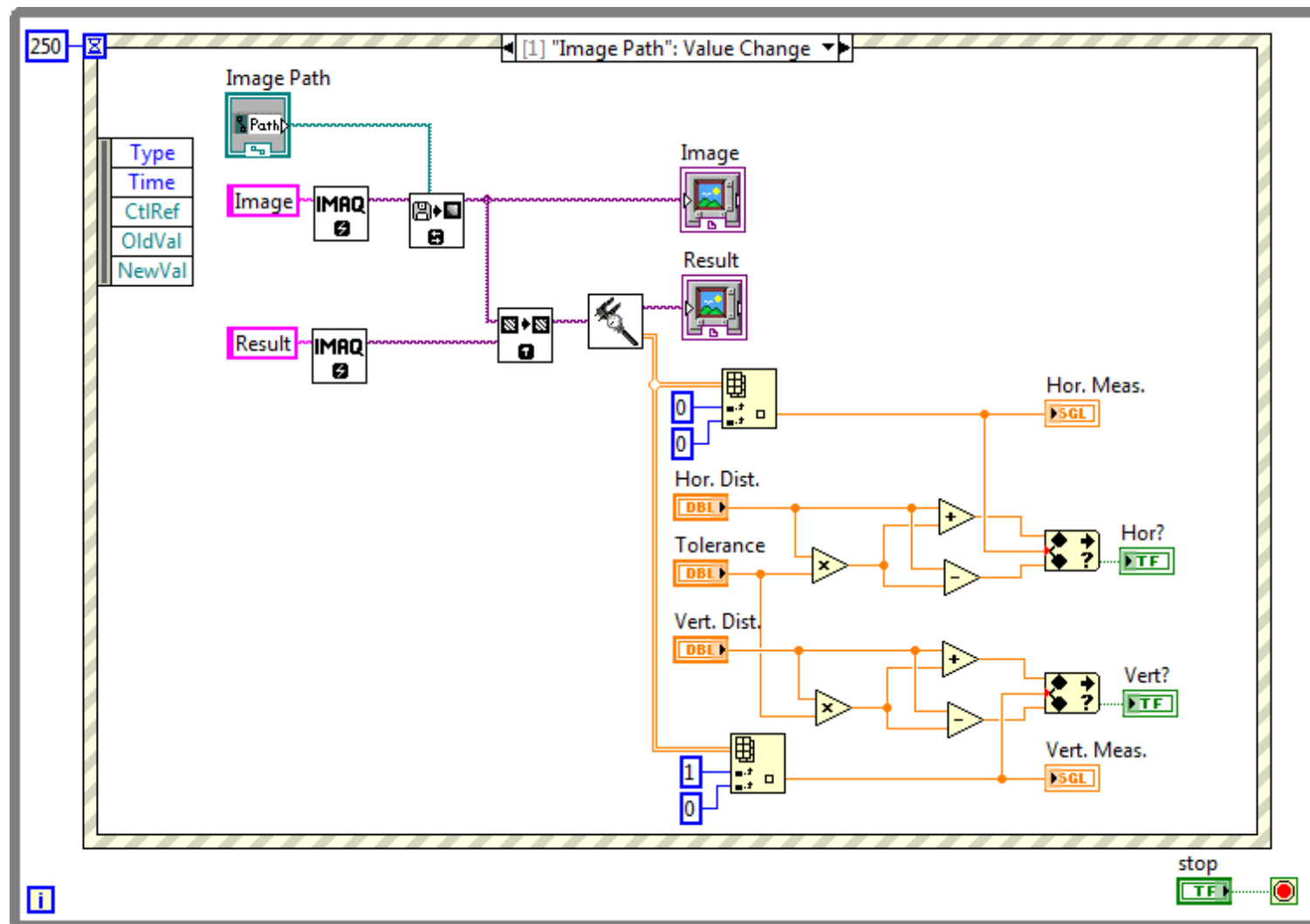
Reset Select All OK Cancel



Results ...	
Distance (1,2)	Measure 1:Distance.Dist. = 94,53 pixels
Distance (4,5)	Measure 2:Distance.Dist. = 42,82 pixels

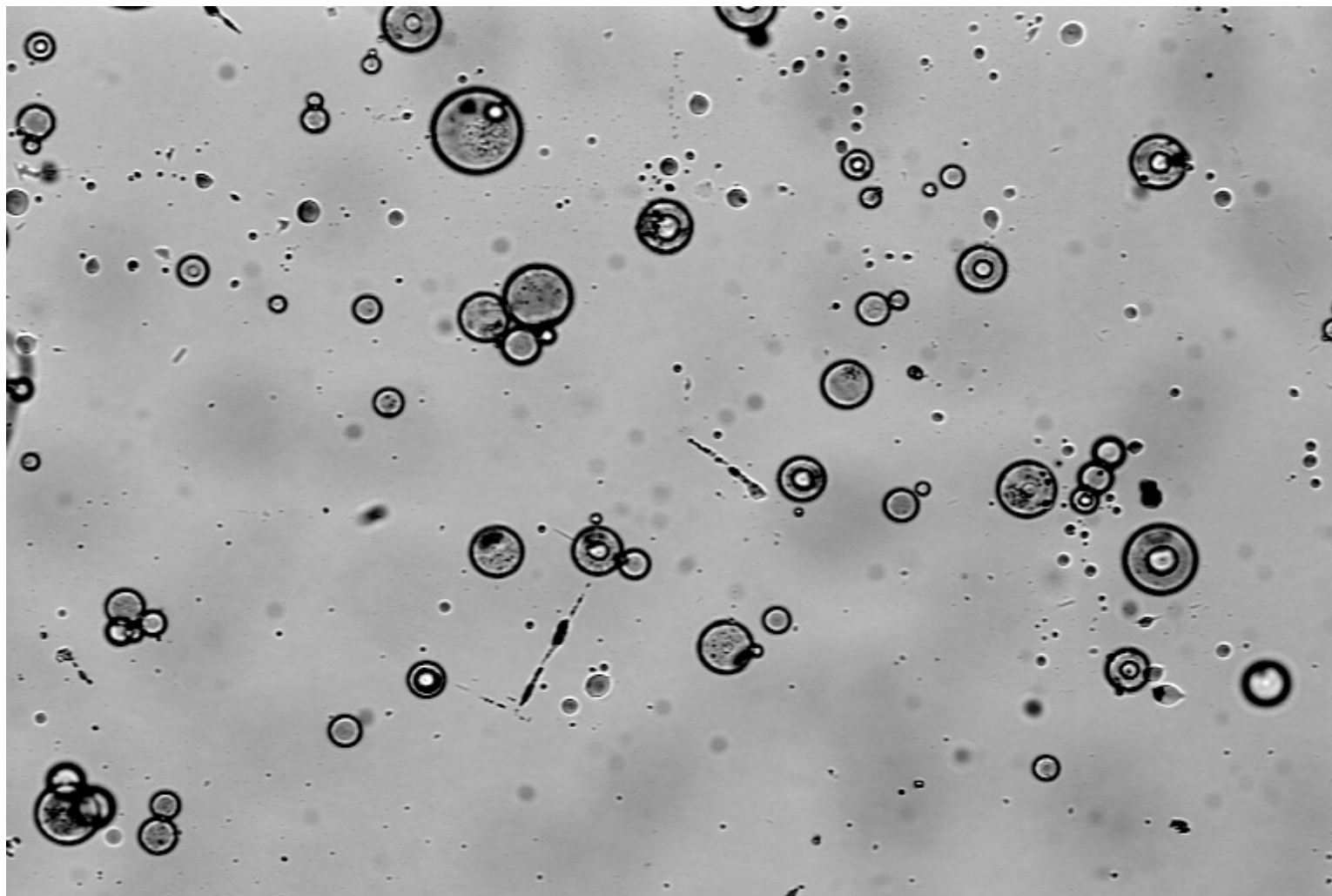
Primer 2 – Dorada u LabVIEW

- Realizovati aplikaciju koja za date dimenzije rastojanja određuje da li je automobilska svećica ispravna.



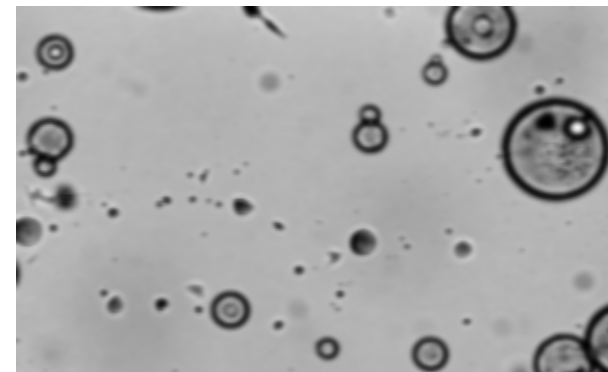
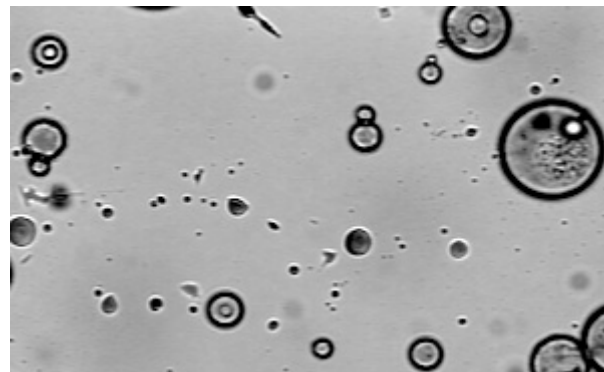
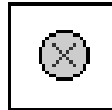
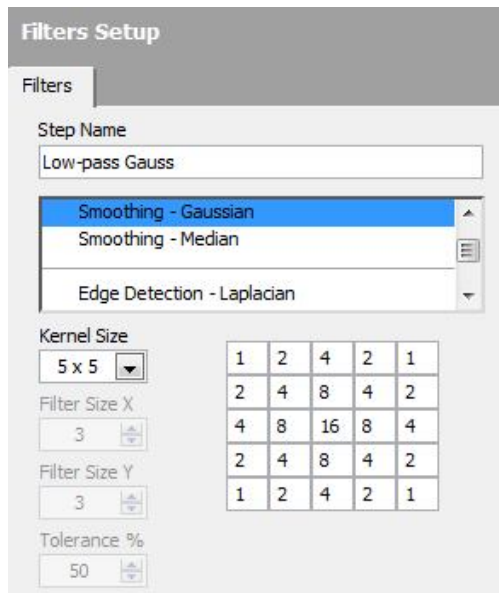
Vision Assistant – primer 3.

- Brojanje ćelija u slici.

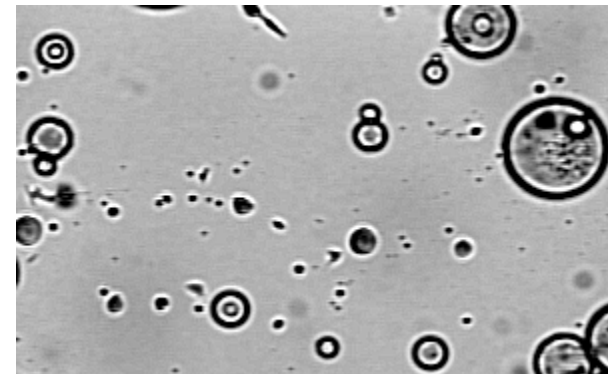
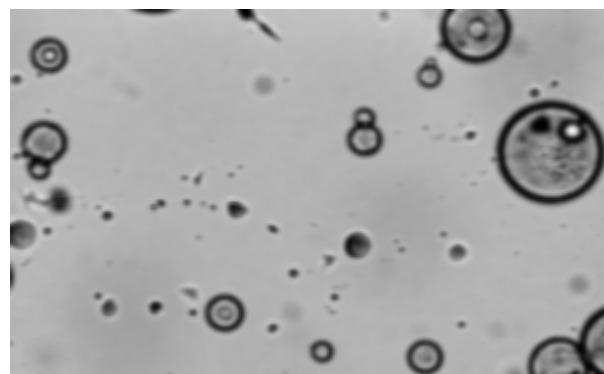
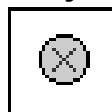
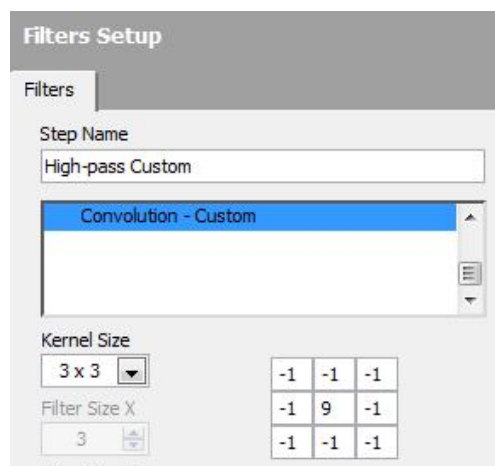


Vision Assistant – primer 3.

- Korak 1 – *low-pass* filtriranje Gausovim filtrom 5x5.



- Korak 2 – *high-pass* filtriranje 3x3 korisničkim filtrom.

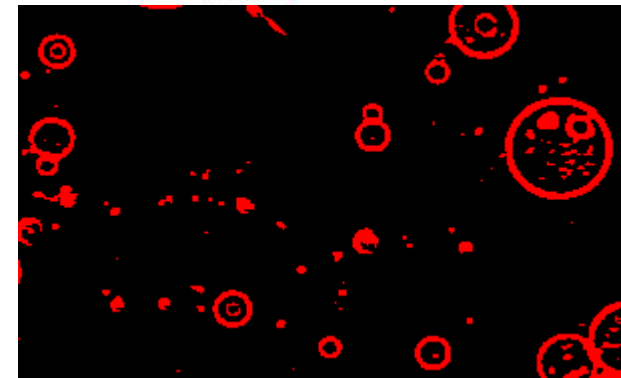
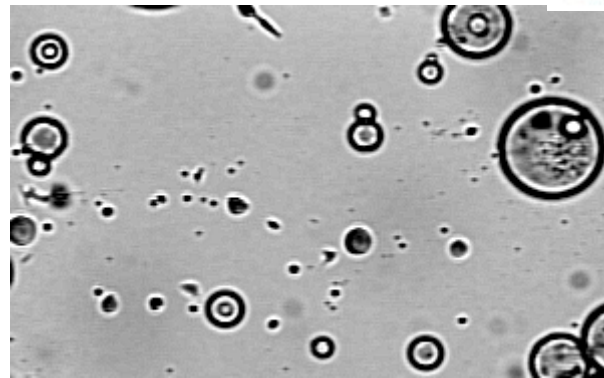
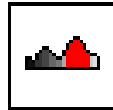
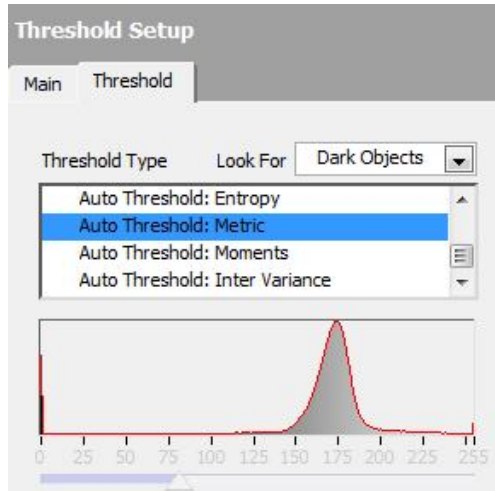


Vision Assistant – primer 3.

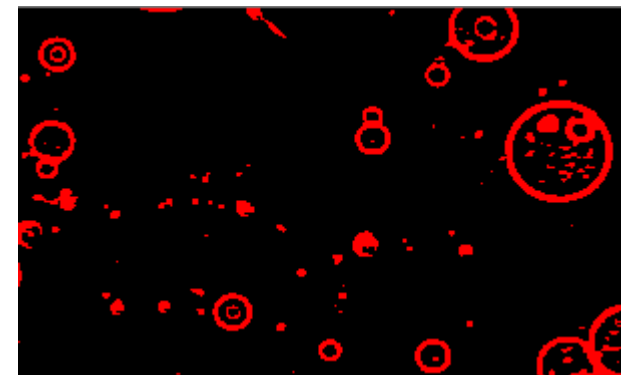
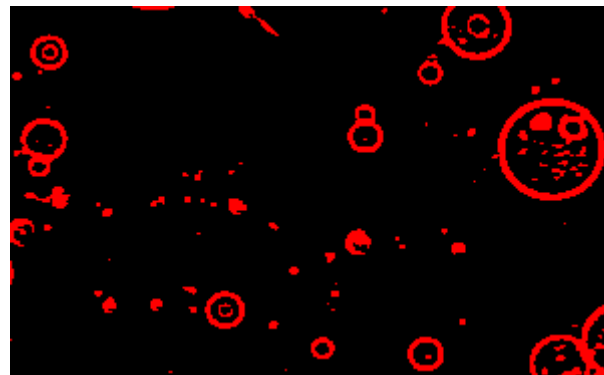
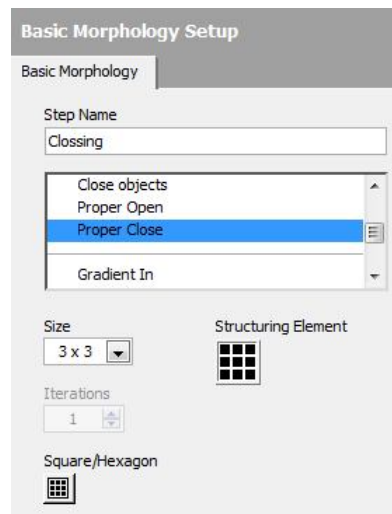
- Korak 3 – *threshold* (kreiranje binarne slike)

Auto: Metric – maksimizacija izraza:

$$\sum_{i=0}^{i=k} h(i) |(i - \mu_1)| + \sum_{i=k+1}^{i=N-1} h(i) |(i - \mu_2)|$$

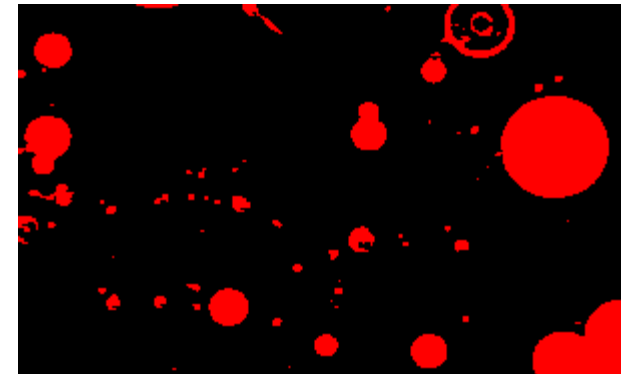
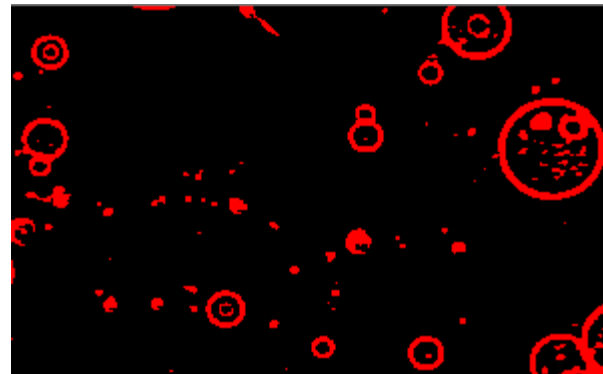
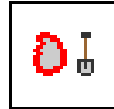
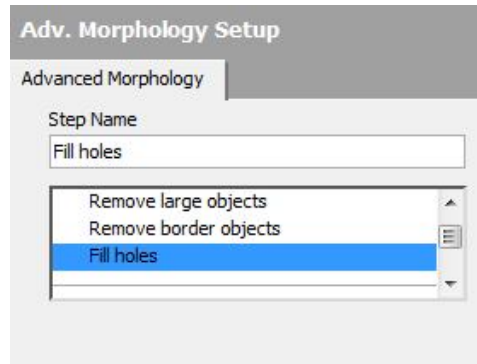


- Korak 4 – Morfološka operacija zatvaranje (*closing* – prvo dilatacija, pa erozija) rezultuje popunjavanje malih pukotina.

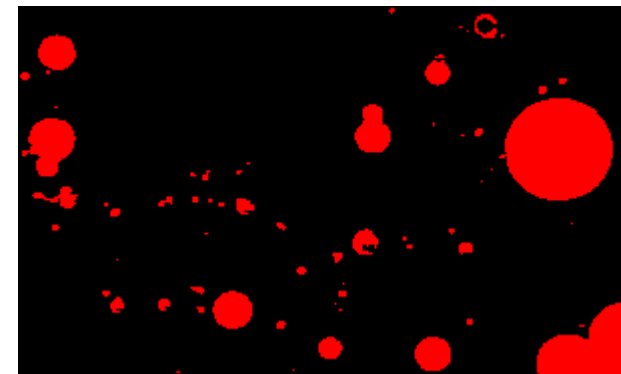
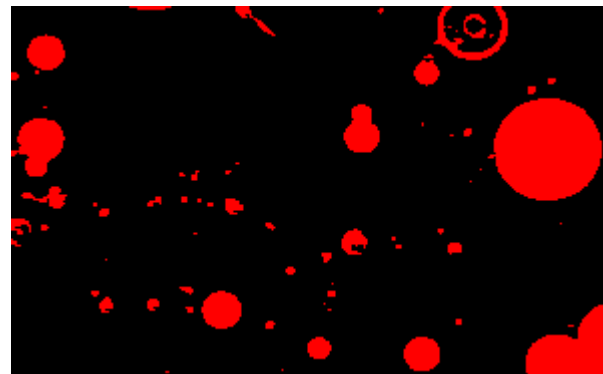
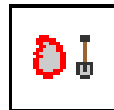
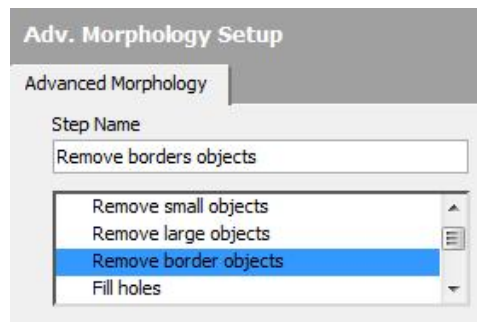


Vision Assistant – primer 3.

- Korak 5 – *fill holes* (popunjavanje unutrašnjosti kontura)

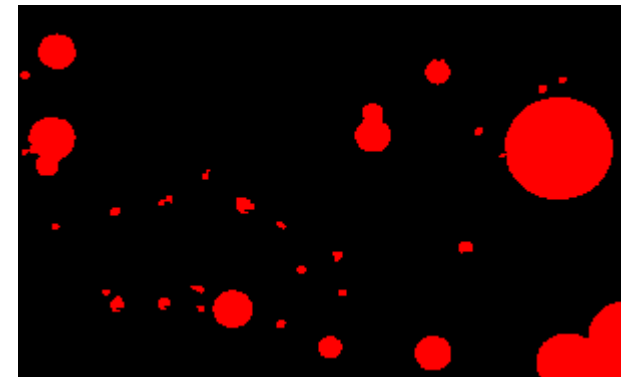
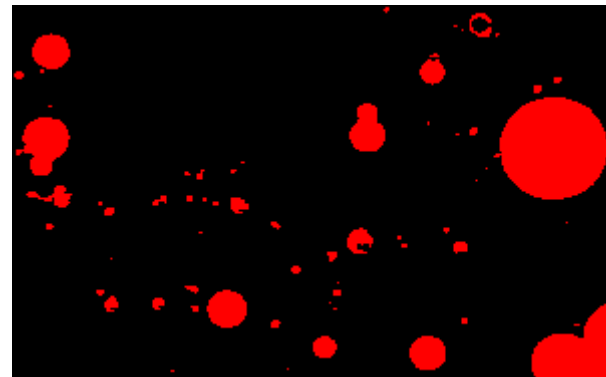
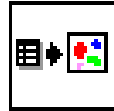
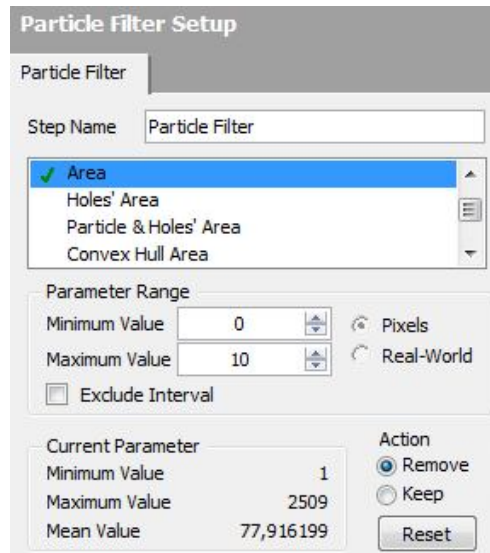


- Korak 6 – *remove border objects* – uklanjanje objekata koji dodiruju ivicu slike.

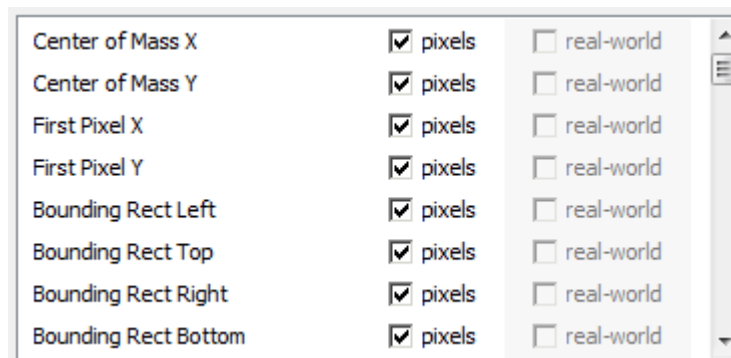
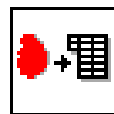
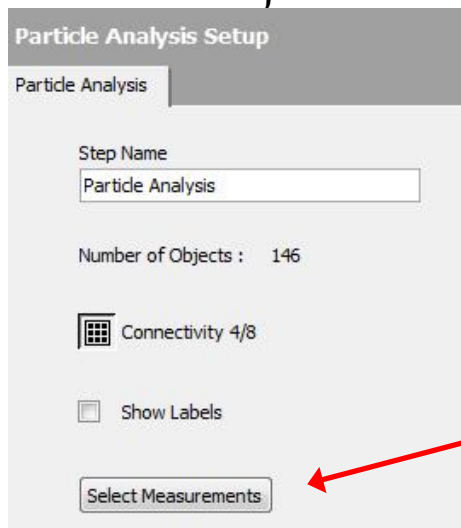


Vision Assistant – primer 3.

- Korak 7 – *particle filter* (uklanjanje / zadržavanje objekata).

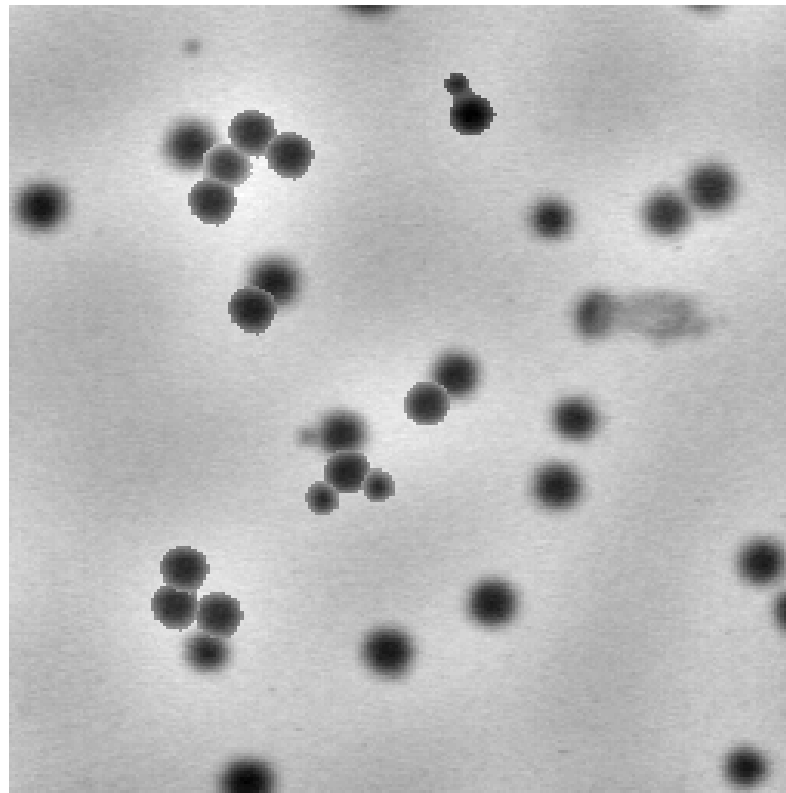


- Korak 8 – *particle analysis* – vrše se merenja za svaki pronađeni objekat. Korisnik može odrediti koja će merenja biti izvršena.



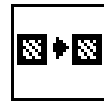
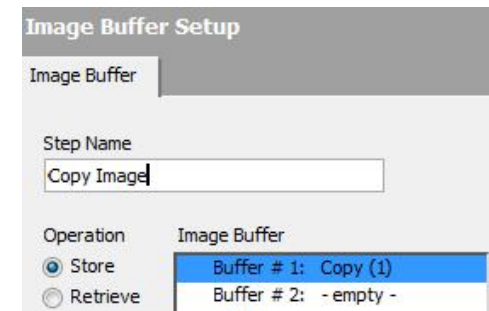
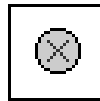
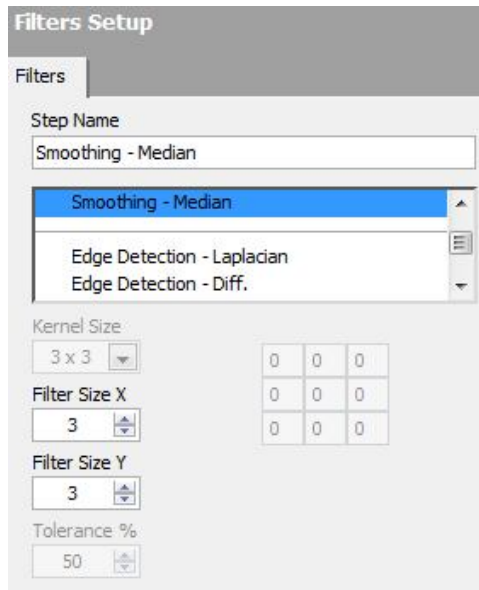
Vision Assistant – primer 4.

- Iscrtavanje kontura oko svakog objekta pri čemu se objekti preklapaju.

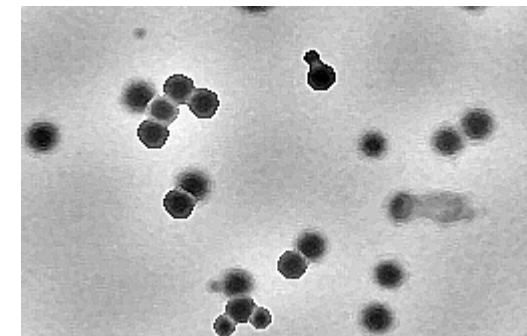
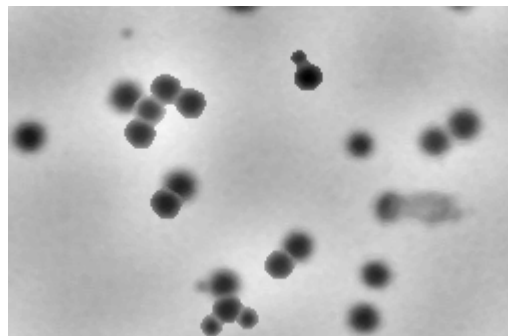
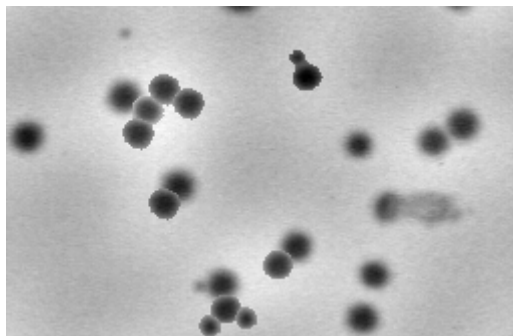
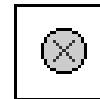
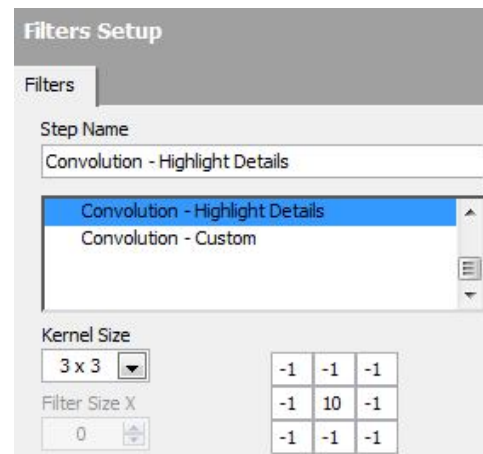


Vision Assistant – primer 4.

- Korak 1 – *Image buffer – Copy* (početna slika se kopira)
- Korak 2 – *low-pass filter – median*.

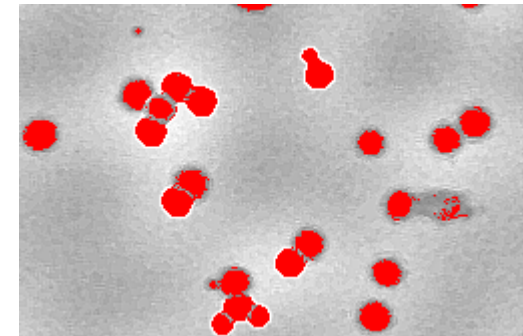
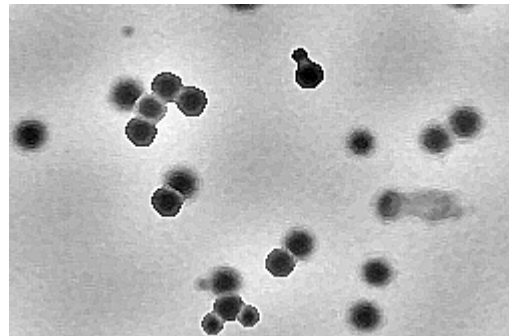
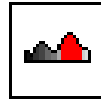
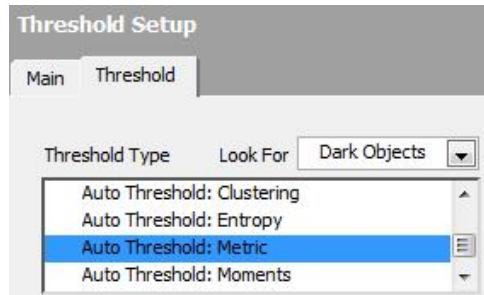


- Korak 3 – *high-pass filter*.

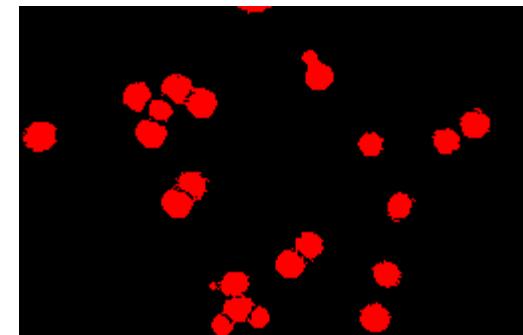
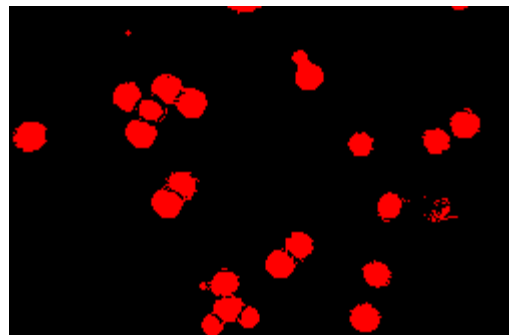
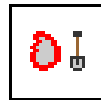
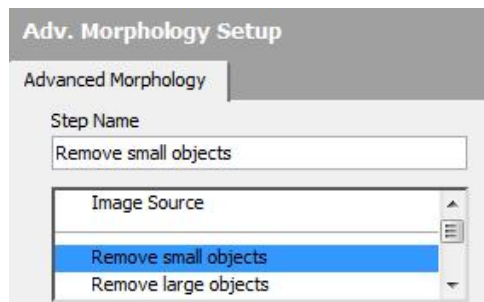


Vision Assistant – primer 4.

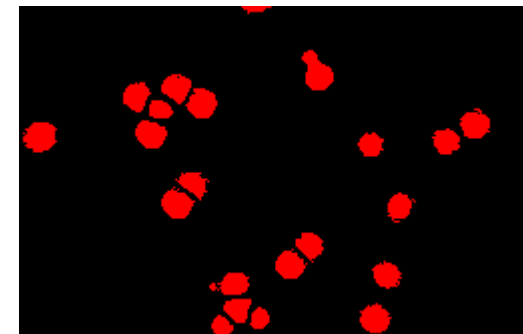
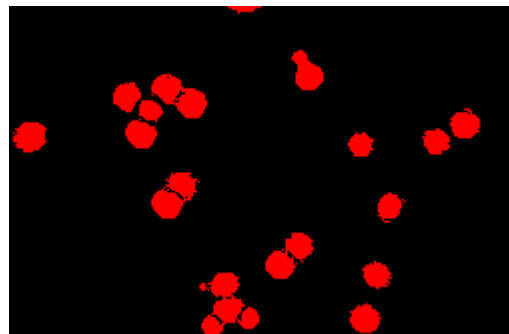
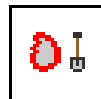
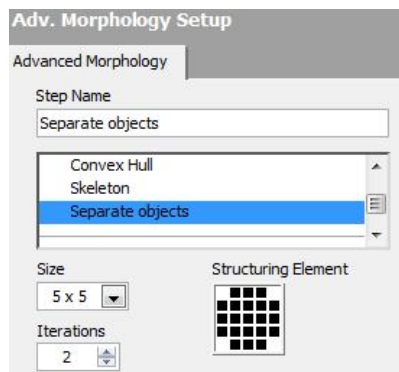
- Korak 4 – *threshold*.



- Korak 5 – *advanced morphology* – *remove small objects*.

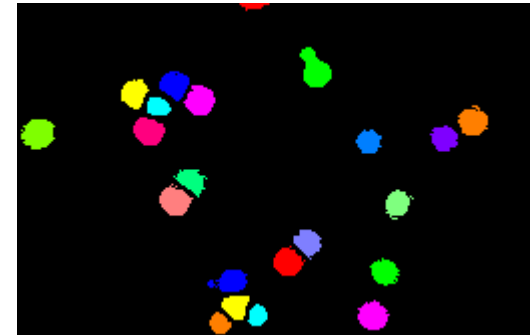
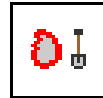
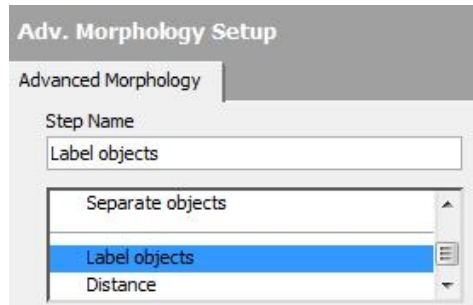


- Korak 6 – *advanced morphology* – *separate objects*.

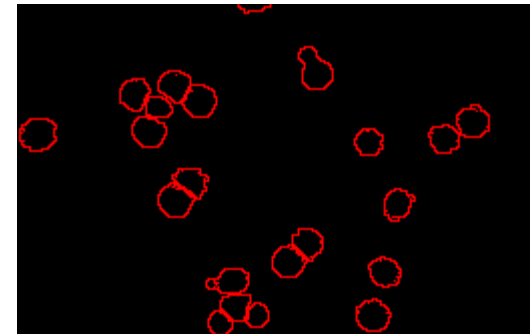
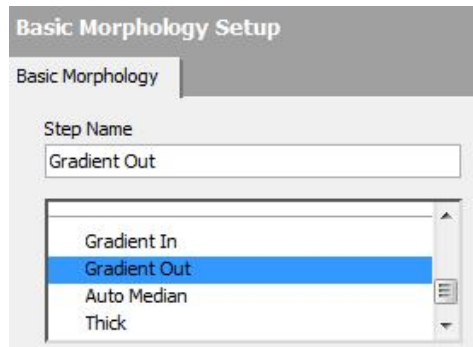


Vision Assistant – primer 4.

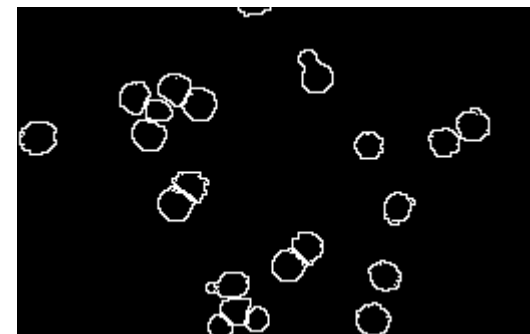
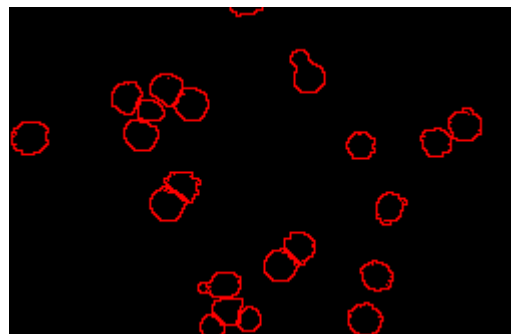
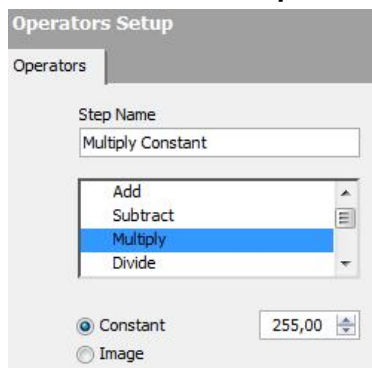
- Korak 7 – *advanced morphology* – label objects.



- Korak 8 – *basic morphology* – gradient out – konture objekta širine 1 px.

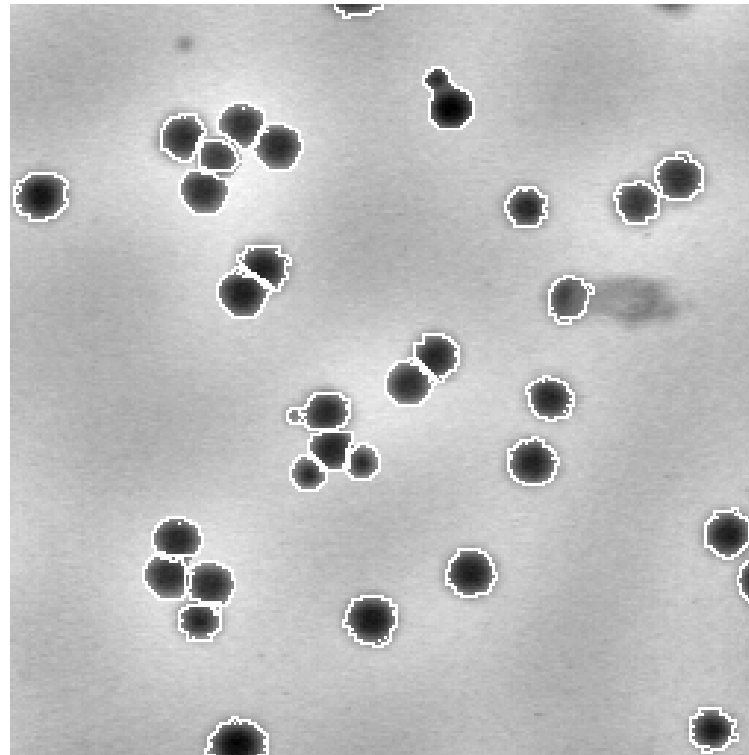
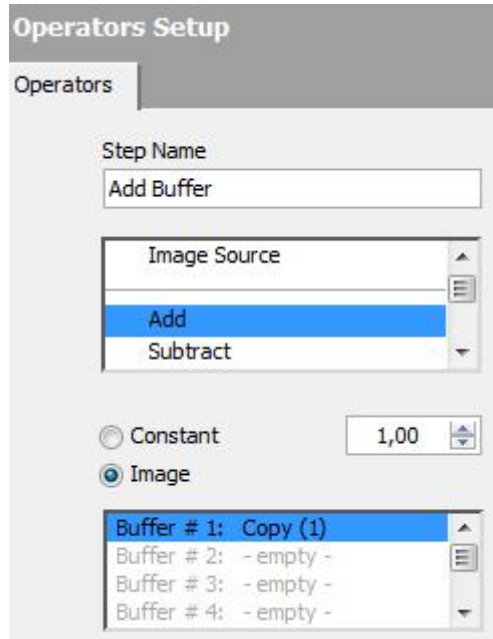


- Korak 9 – *operators* – multiply constant.



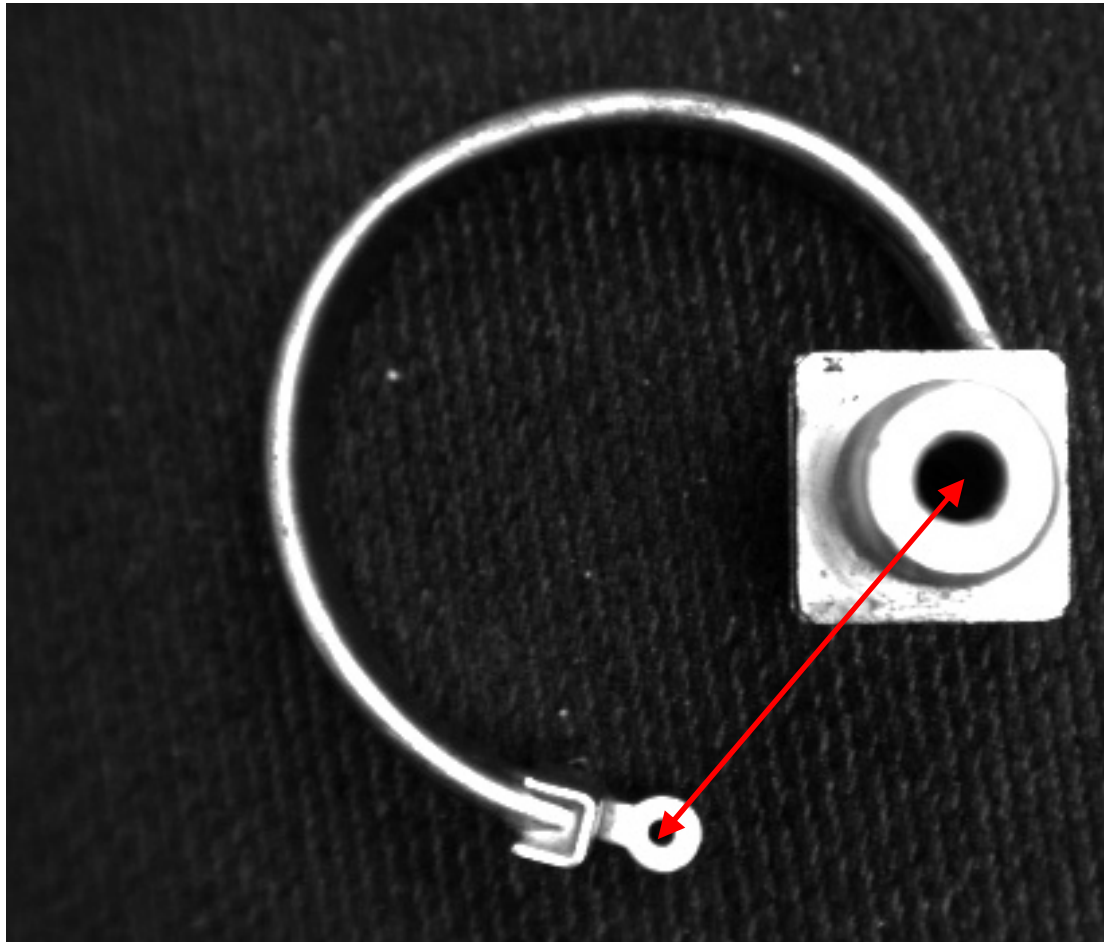
Vision Assistant – primer 4.

- Korak 10 – *operators* – *add buffer* – finalni korak – dodavanje kotura objekta na početnu sliku.



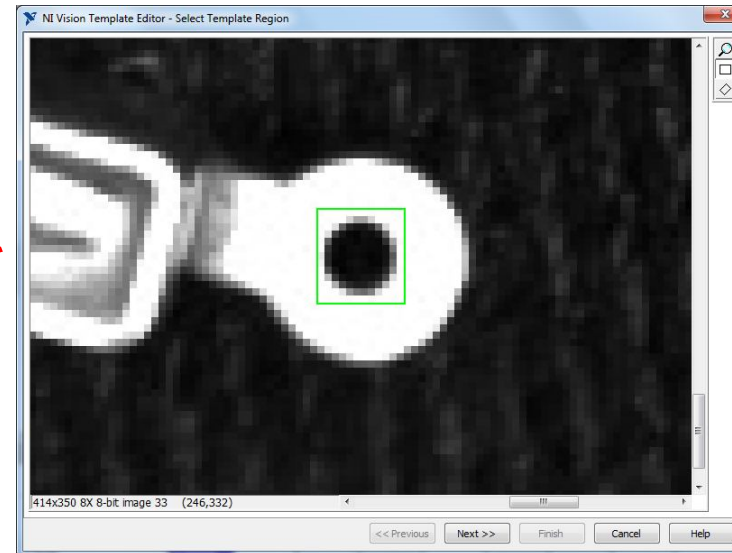
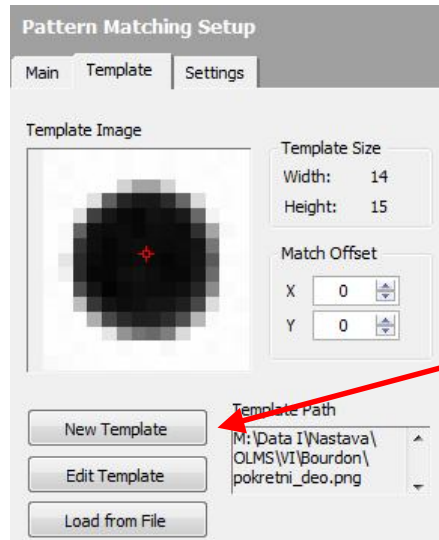
Vision Assistant – primer 5.

- Kalibracija Burdonove (*Bourdon* - pretvarač za merenje pritiska). Savijanje Burdonove cevi srazmerno je pritisku. Na osnovu rastojanja između dve karakteristične tačke moguće je odrediti pritisak unutar cevi.

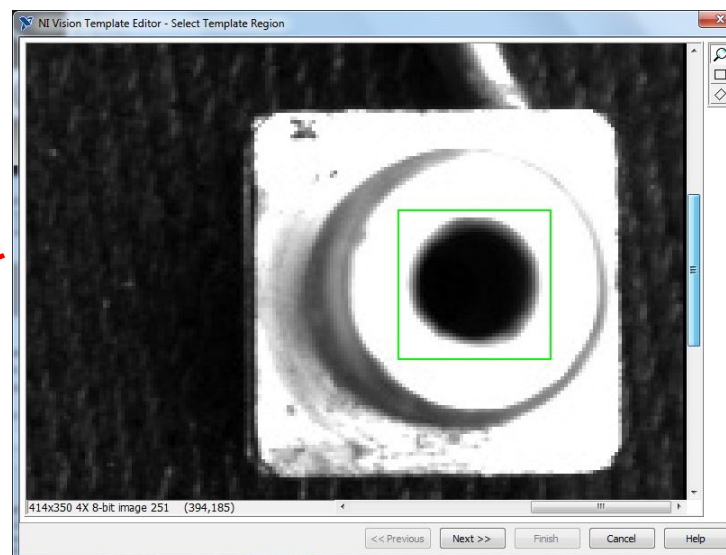
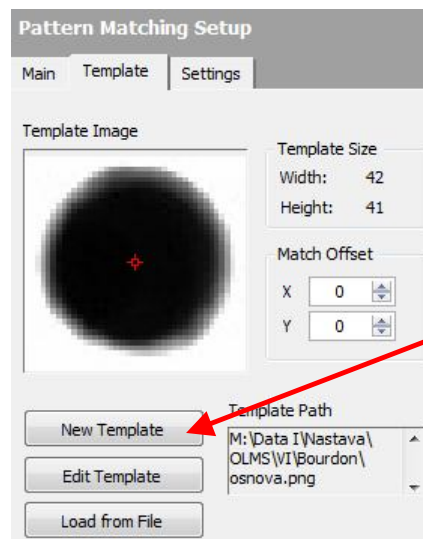


Vision Assistant – primer 5.

- Podešavanje *Pattern Matching* funkcije za slobodni deo Burdonove cevi.

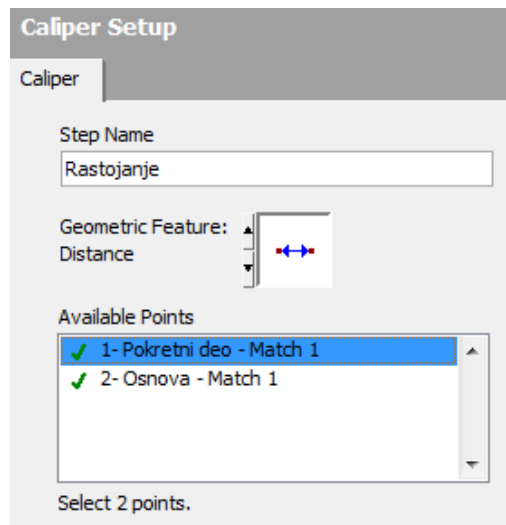


- Podešavanje *Pattern Matching* funkcije za osnovu Burdonove cevi.

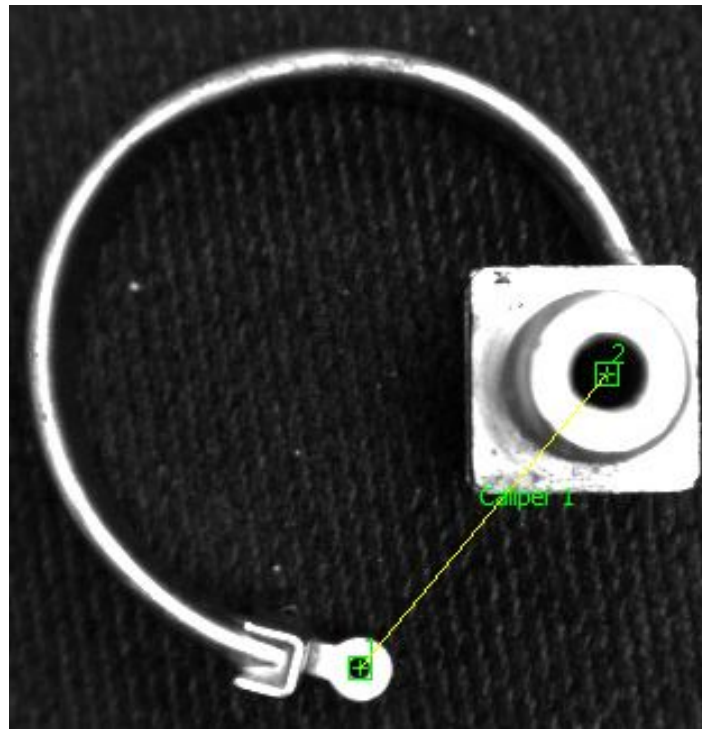


Vision Assistant – primer 5.

- Merenje rastojanja između pokretnog dela i osnove Burdonove cevi funkcijom *Caliper*.



Results ...	
Distance (1,2)	Measure 1:Distance.Dist. = 171,70 pixels



- Realizovati VI u LabVIEW za testiranje ostalih slika.