

Imaging, Computer Vision



v.as.mr. Samir Lemeš
slemes@mf.unze.ba

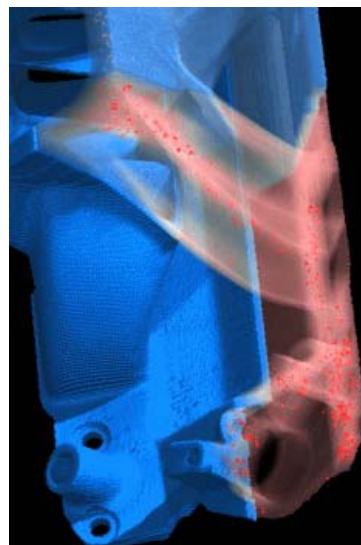


Tempus



Imaging / Computer Vision

- Definicije
- Percepcija svjetlosti
- 3D Imaging
- Industrijski CT
- Primjeri primjene



Imaging / Computer Vision

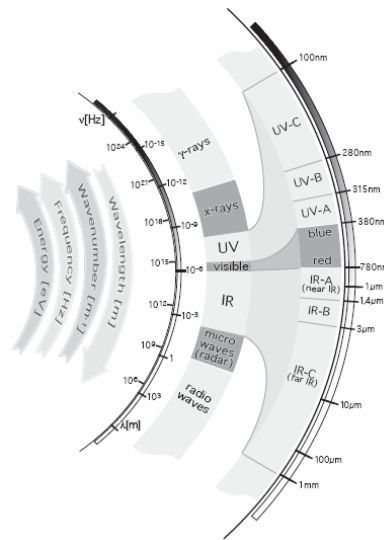
- *Computer Vision* je skup tehnika za prikupljanje, obradu, analizu i interpretaciju složenih trodimenzionalnih podataka
- *Computer vision* sistem se sastoji od sljedećih komponenti:
 - Izvor svjetlosti/zračenja
 - Kamera
 - Senzor
 - Jedinica za obradu podataka
 - Posmatrač

Imaging / Computer Vision

- *Imaging system* obuhvata sve procese uključene u formiranje slike objekta, kao i senzore koji zračenje pretvaraju u električne signale
- Cilj je da se dobije signal sa objekta u takvoj formi da se može reći gdje se objekat nalazi (geometrija) i šta je taj objekat (kakve ima osobine)
- Rezultati mogu biti kvantitativni i kvalitativni

Imaging / Computer Vision

- Ljudsko oko je ograničeno na uski dio elektromagnetnog spektra
- *Computer vision* sistemi mogu registrovati i druge dijelove spektra



Imaging / Computer Vision

- Elektromagnetno zračenje se sastoji od elektromagnetnih talasa koji prenose energiju i kreću se kroz prostor određenom frekvencijom
- Pored elektromagnetne teorije, zračenje se može posmatrati i kao tok čestica (fotona)
- Fotoni (diskretni paketi energije) se kreću brzinom svjetlosti i nose energiju e_p

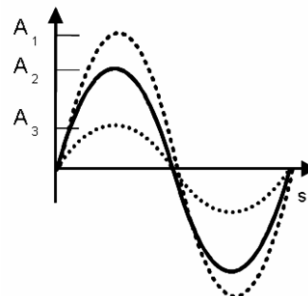
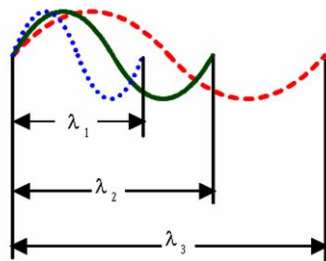
Imaging / Computer Vision

- $h = 6,626 \times 10^{-34}$ Js je Planckova konstanta
- Energija jednog fotona se obično daje u elektronvoltima (eV)
- Iako fotoni ne nose električni naboj, ova jedinica je korisna, jer se elektromagnetno zračenje obično detektuje interakcijom sa električnim nabojem u sensorima

$$e_p = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

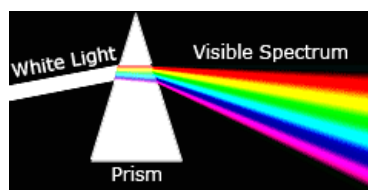
Percepcija svjetlosti

- Talasna dužina određuje boju
- Amplituda određuje intenzitet svjetla



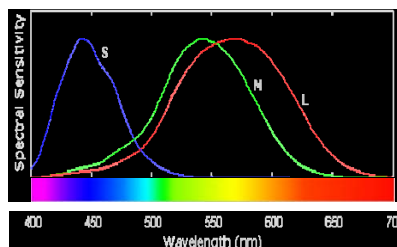
Percepcija svjetlosti

- Iako se čista bijela svjetlost vidi kao da nema boja, ona u stvari sadrži sve boje vidljivog spektra.
- Kad bijela svjetlost osvjetli objekat, on selektivno blokira neke boje a reflektuje (odbija) druge.
- Samo reflektovane boje doprinose percepciji boja



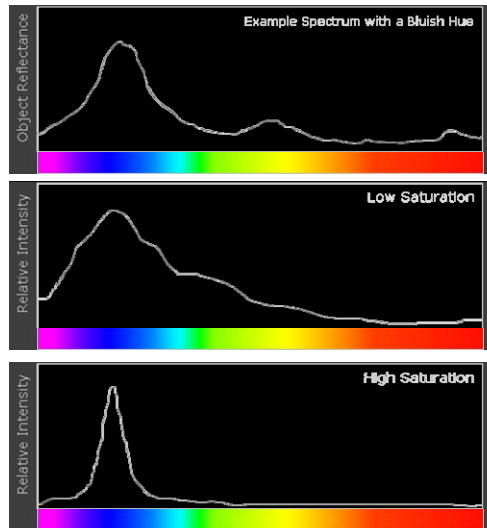
Percepcija svjetlosti

- Ljudsko oko detektuje spektar kombinacijom fotoosjetljivih ćelija:
 - Ćelije oblika štapića.
 - Ćelije oblika konusa (čepića).
- Oko sadrži tri tipa konusnih ćelija, koje su osjetljive na svjetlosti kratke, srednje ili duge talasne dužine.



Percepcija svjetlosti

- U prirodi boje nemaju samo jednu talasnu dužinu.
- Boja koju vidimo je najdominantnija u spektru
- Zasićenost predstavlja čistoću boje.
- Čišća boja ima užu spektar (manje drugih nijansi u spektru).

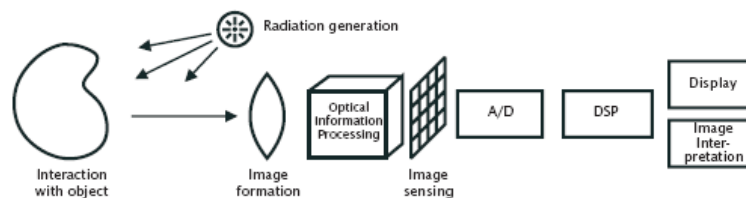


Senzori

- Kod analognog fotoaparata se kroz sistem leća (objektiv) osvjetljava film (celuloidna traka sa slojem osjetljivim na svjetlost prije hemijske obrade).
- Kod digitalne kamere osvjetljava se SENZOR.
- Senzor se sastoji od velikog broja fotoosjetljivih dioda, koje intenzitet svjetla pretvaraju u električni naboj.



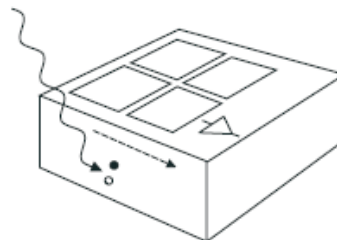
Senzori



- Lanac elektronskog registrovanja slike
- Izvor svjetlosnog zračenja, mehanizam dejstva zračenja na objekat koji se posmatra, oblikovanje slike, pretvaranje zračenja u električni naboj, obrada informacija i prikaz slike

Senzori

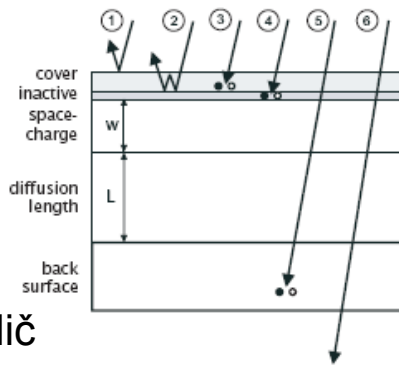
- Zračenje se pretvara u parove nabijenih čestica u poluprovodniku (najčešće silicijumu)
- Parovi naboja se razdvajaju u električnom polju, a zatim se pohranjuju u piksele
- Fotosignal se zatim transportuje u elektronsko pojačalo



Senzori

- Optički gubici u fotosenzorima:

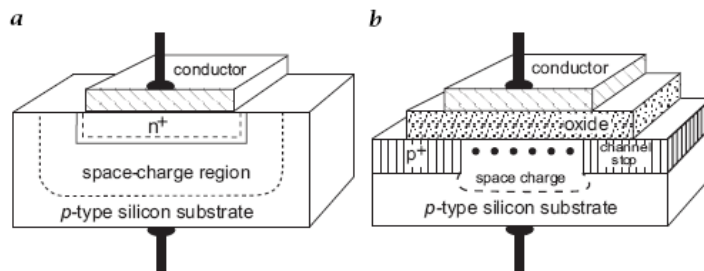
1. odbijanje od površine
2. interferencija s tankim filmom
3. upijanje u oblozi
4. gubici u neaktivnim područjima
5. interakcija u dubini poluprovodnika
6. prenos kroz poluvodič



Senzori

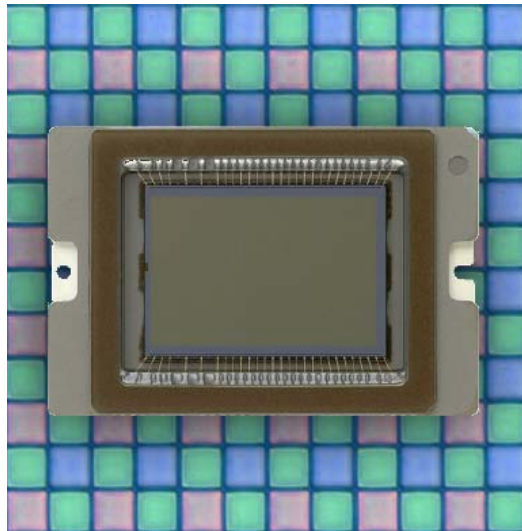
- Pikseli se generišu u dva glavna tipa poluprovodničkih senzora:

- a) fotodioda
- b) MOS kondenzator (metal oxide semiconductor)



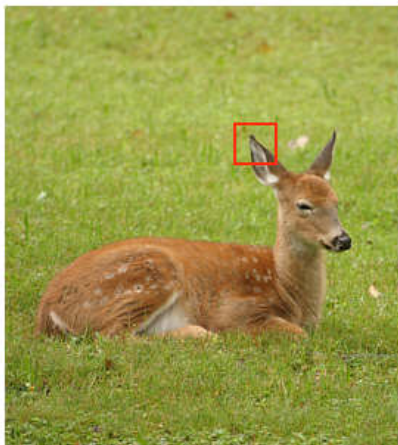
Senzori

- U pozadini je uvećana slika senzora na kojoj se vide pikseli (fotodiode)



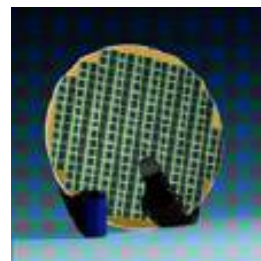
Senzori

- Piksel (Picture Element)



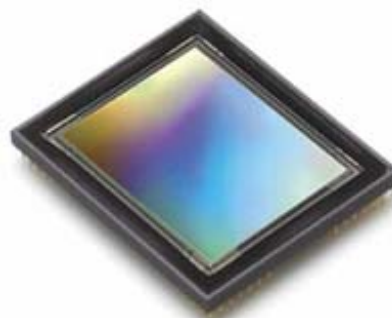
Senzori

- CCD
(Charge-Coupled Device)
- CMOS
(Complementary Metal Oxide Semiconductor)



Senzori

- CCD senzor očitava električni naboj.
- Analog-to-digital konverter (ADC) pretvara vrijednost svakog piksela u digitalnu veličinu mjerenjem količine naboja i pretvaranjem u binarnu formu.



Senzori

- CMOS senzori koriste set tranzistora za svaki piksel kako bi pojačali i prenijeli naboj putem većeg broja žica.
- CMOS signal je digitalni, tako da mu ne treba ADC.

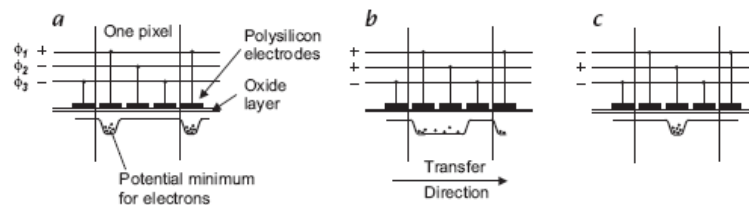


Senzori

- CMOS je osjetljiviji na šum (greške)
- CMOS troši do 100 x manje struje
- CCD su se pojavili prije CMOS senzora
- CMOS ima manju svjetlosnu osjetljivost
- Svjetlosna osjetljivost senzora je ekvivalentna ISO oznaci filma.
- Najčešće kamera ima automatsko podešavanje osjetljivosti na ISO 100, 200 ili 400

Senzori

- Prikaz prenosa električnog naboja u CCD senzoru
- CCD – Charge Coupled Device
- Monohromatski senzor (registruje samo intenzitet svjetlosti)



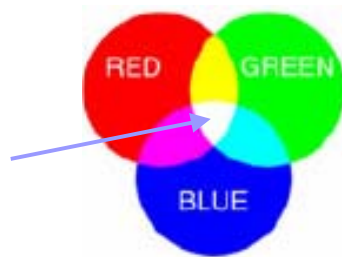
Senzori

- Senzori registruju samo intenzitet svjetla:
- Rezultat je crno/bijela (Grayscale) slika



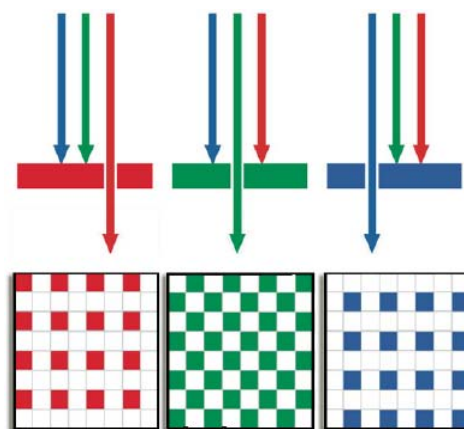
Senzori

- James Clerk Maxwell je 1860 uslikao istu sliku kroz crveni, zeleni i plavi filter.
- Zatim je tako dobijene crno/bijele slike projektovao kroz iste filtere, čime je dobio kolor sliku.
- Na istom principu rade i današnji kolor senzori.
- RGB su aditivne boje



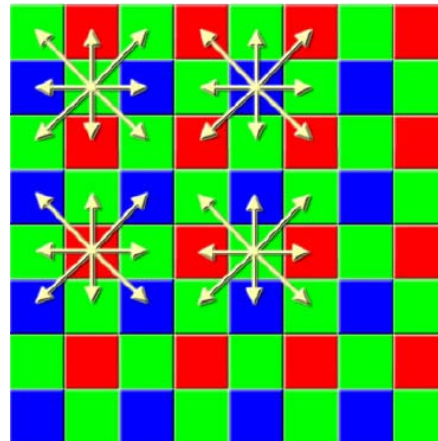
Senzori

- Svaki piksel na senzoru ima filter tako da propušta samo jednu boju
- Zelenih piksela ima 2x više jer je oko osjetljivije na zelenu boju



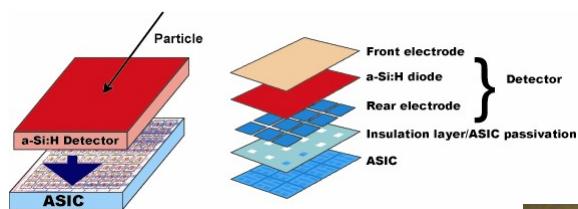
Senzori

- Interpolacijom se računa boja svakog piksela iz susjednih piksela
- Na slici se zelena površina prikazuje na osnovu boja 8 susjednih piksela

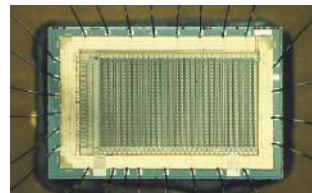


Senzori

- Nove tehnologije senzora
- TFA (Thin Film on ASIC)

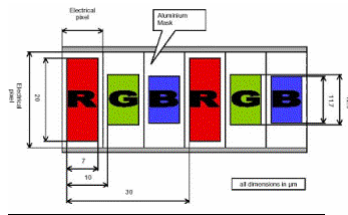


- LARS (Locally Autoadaptive Sensor)



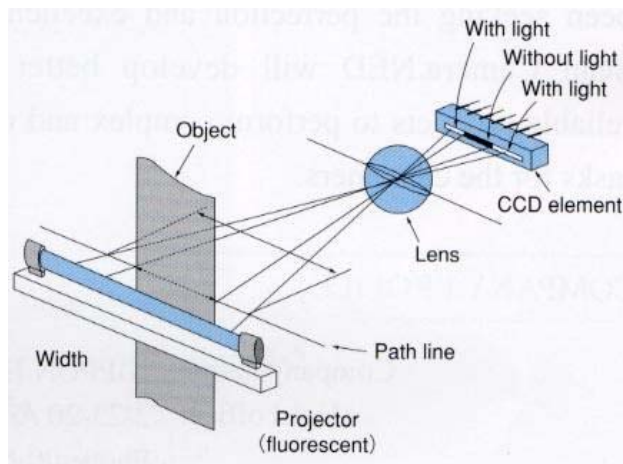
Senzori

- Linijski senzori
- *Line-scan sensor*



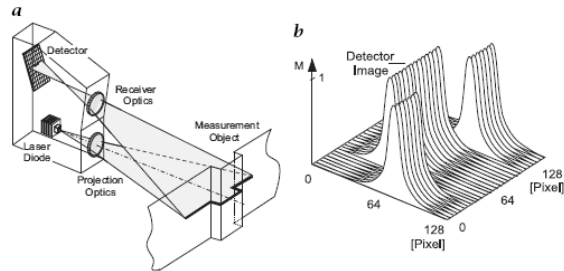
Senzori

- Linijski senzori (*Line-scan sensor*)



3D Imaging

- 1D laserska triangulacija



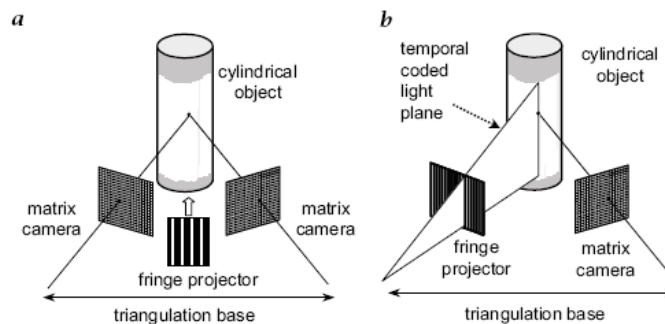
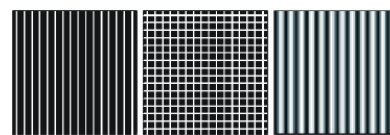
- Tehnika mjerenja impulsnog vremena (pulse time-of-flight)

- Interferometrija

3D Imaging

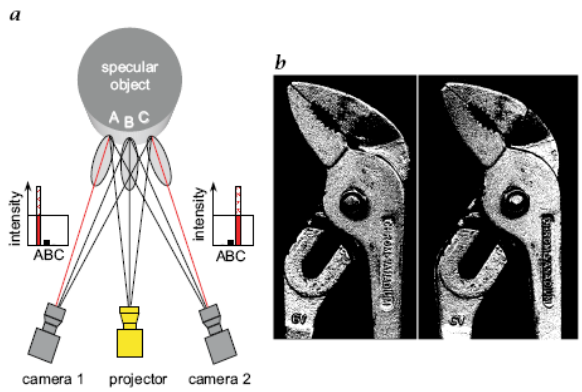
- *Fringe projection*

- Na objekat se projektuje mreža

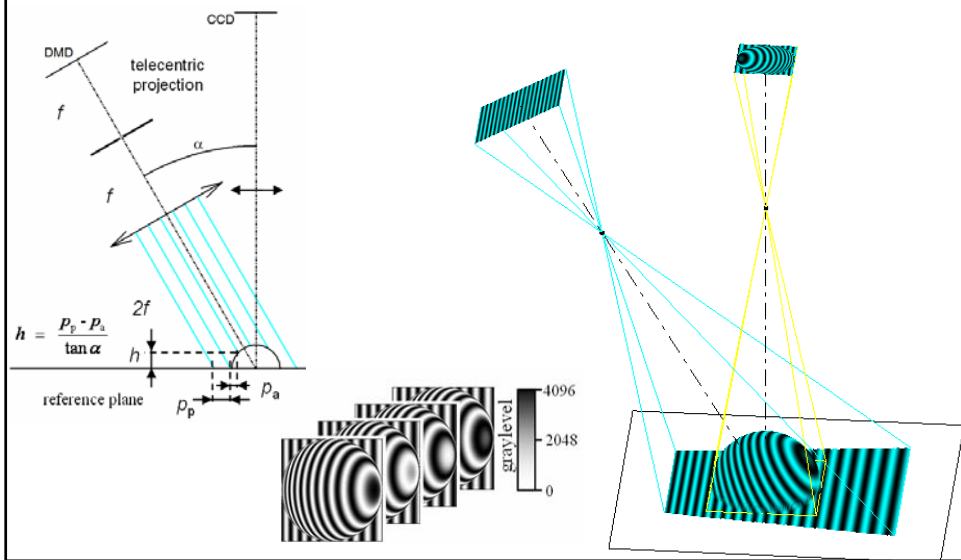


3D Imaging

- *Fringe projection*
- Problem: površine koje su u sjeni

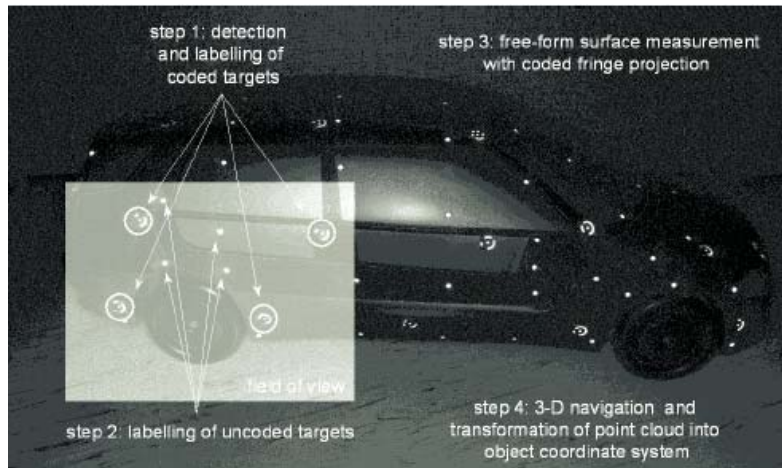


3D Imaging



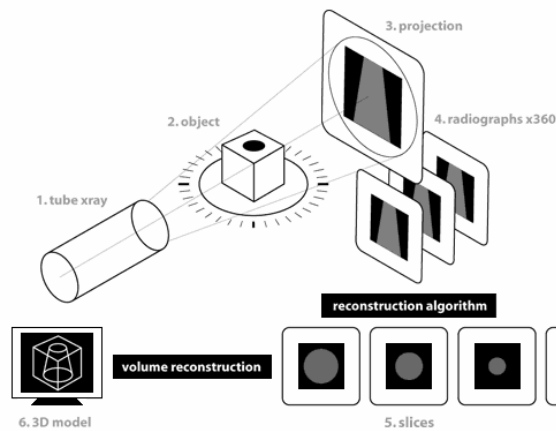
3D Imaging

- Referentne tačke za pokretni objekat



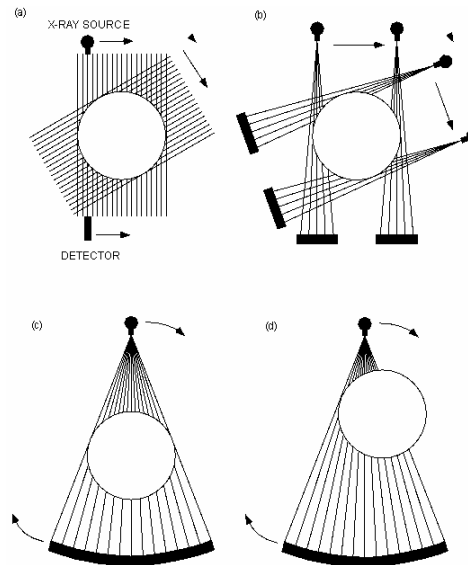
Industrijski CT

- CT – *Computed Tomography*
- NDT metoda 2D/3D digitalizacije objekata



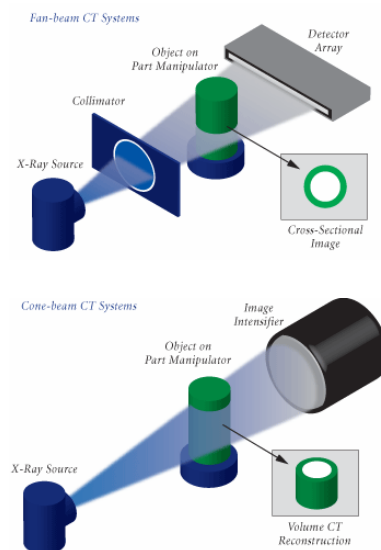
Industrijski CT

- Medicinski CT se okreće oko nepokretnog pacijenta
- Industrijski CT je stacionaran i skenira pokretne proizvode
- X-zrake



Industrijski CT

- Projektovanje x-zraka u jednoj ravni iz raznih uglova
- Konusni snop x-zraka skenira veći broj slojeva istovremeno



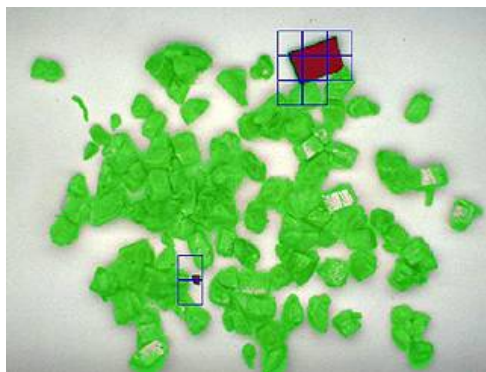
Primjeri primjene

- Kontrola i otkrivanje stranih objekata u prehrambenoj i drugoj procesnoj industriji pomoću *computer vision*
- Magnetskom metodom se otkrivaju metalni objekti
- CV otkriva i nemetale



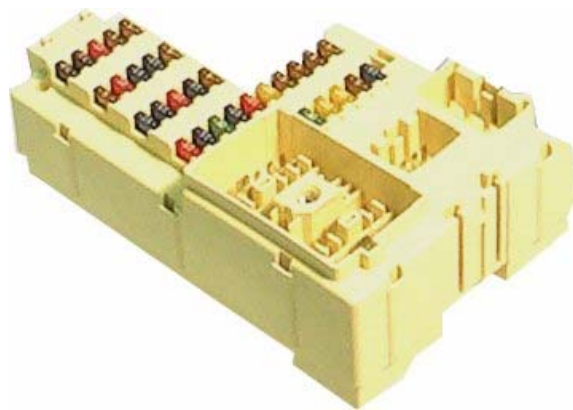
Primjeri primjene

- Pokretna traka sa proizvodima se kreće brzo (par metara u sekundi)
- CV sistem je podešen da detektuje objekte čija boja odstupa od zadate



Primjeri primjene

- Upotreba CV sistema za provjeru ispravnosti osigurača u automobilskoj industriji



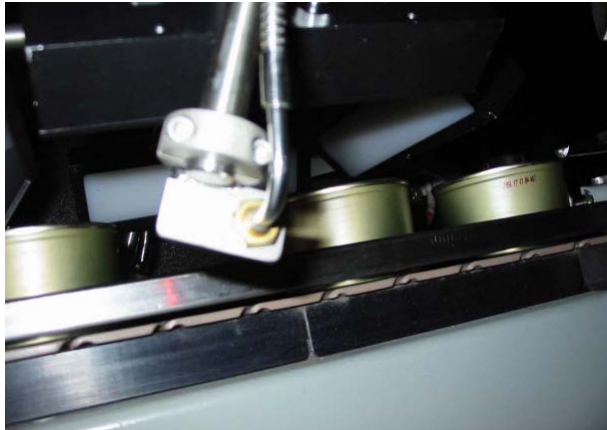
Primjeri primjene

- Upotreba CV sistema za automatsko očitavanje slovnih oznaka na bokovima automobilskih guma



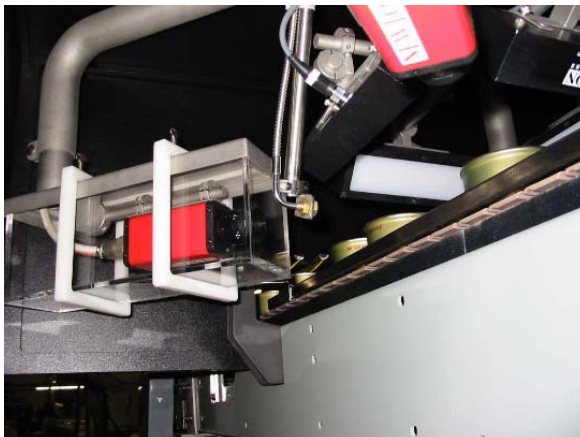
Primjeri primjene

- Ispitivanje konzervi na pokretnoj traci pomoću CV sistema



Primjeri primjene

- Ispitivanje zaptivanja poklopaca konzervi na pokretnoj traci pomoću CV sistema



Primjeri primjene

- Automatsko podešavanje sistema ovjesa na automobilu pomoću CV



Primjeri primjene

- Ispitivanje poklopaca boca na pokretnoj traci pomoću CV sistema



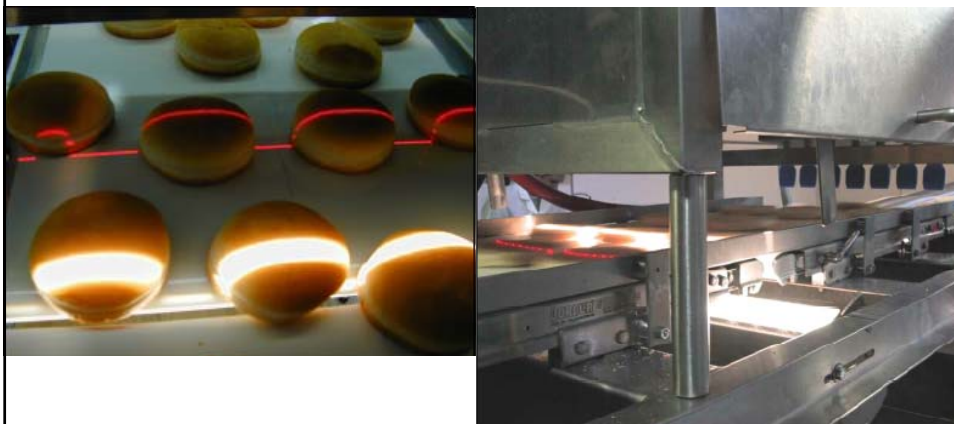
Primjeri primjene

- Ispitivanje poklopaca boca na pokretnoj traci pomoću CV sistema



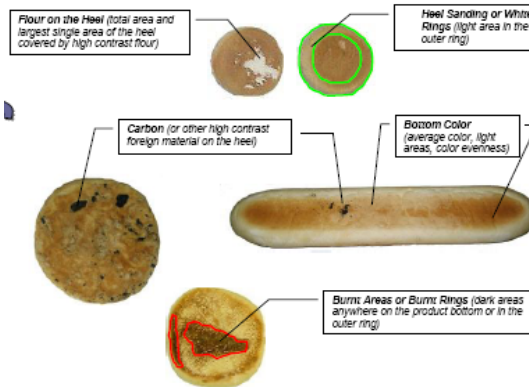
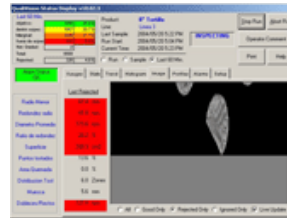
Primjeri primjene

- Ispitivanje prehrambenih proizvoda na pokretnoj traci pomoću CV sistema



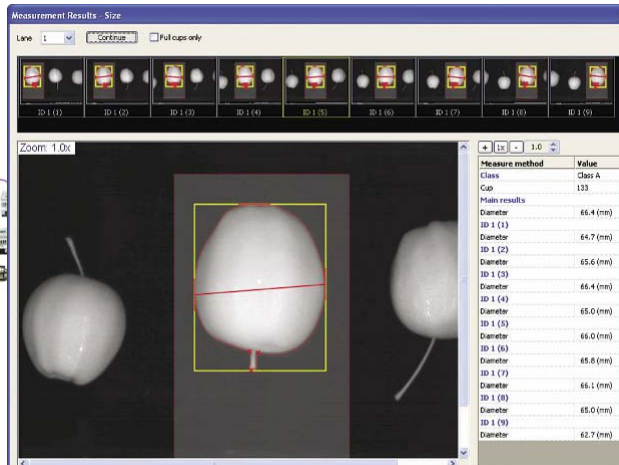
Primjeri primjene

- Ispitivanje donje površine prehrambenih proizvoda



Primjeri primjene

- CV sistem za sortiranje i klasiranje voća i povrća



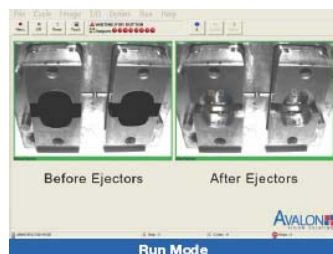
Primjeri primjene

- CV sistem za otkrivanje defekata na malim proizvodima



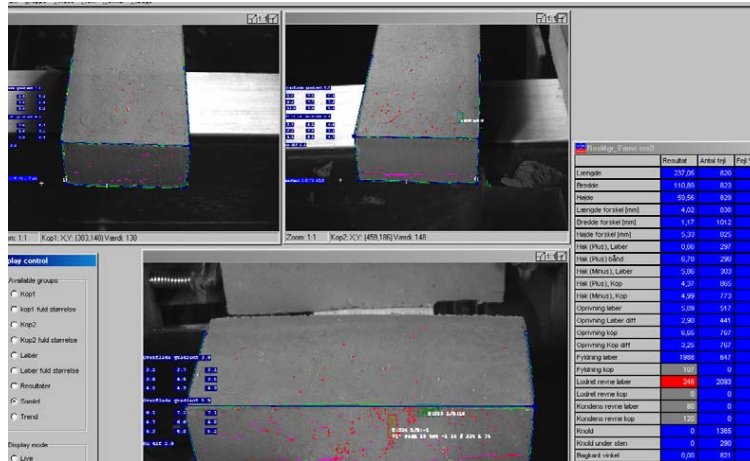
Primjeri primjene

- CV sistem za otkrivanje defekata na plastičnim odlivcima



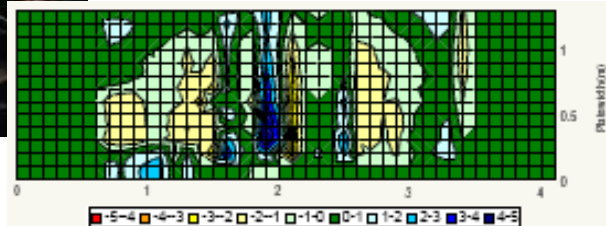
Primjeri primjene

■ CV ispitivanje kvaliteta opeke



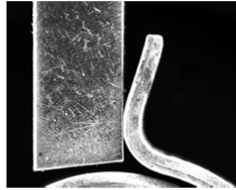
Primjeri primjene

■ CV ispitivanje ravnosti valjanog lima

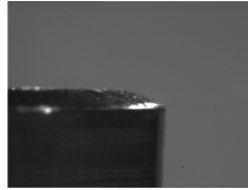


Primjeri primjene

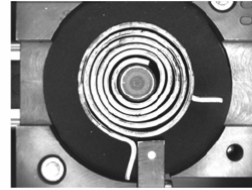
■ CV ispitivanje opruga



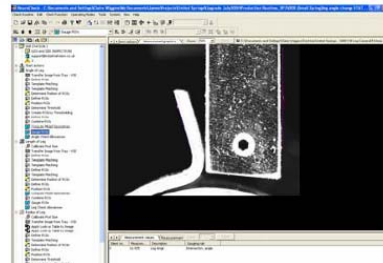
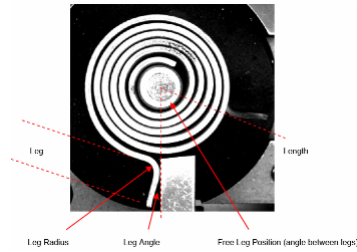
Leg Inspection



Side Inspection

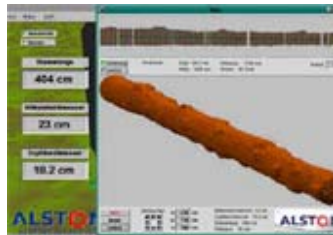


Spring Inspection)



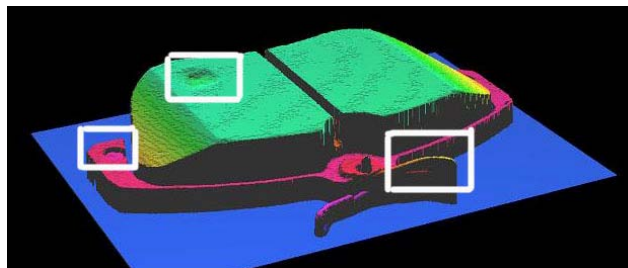
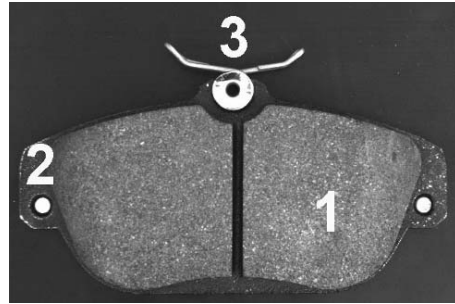
Primjeri primjene

■ CV ispitivanje balvana



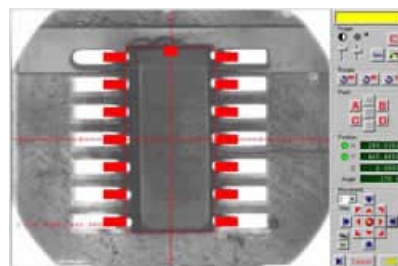
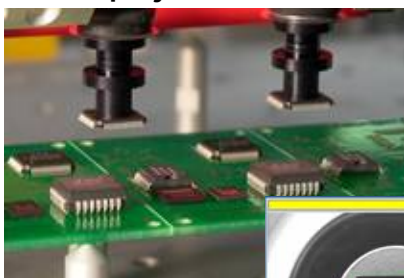
Primjeri primjene

- CV ispitivanje kočionih diskova



Primjeri primjene

- CV ispitivanje lemljenih spojeva

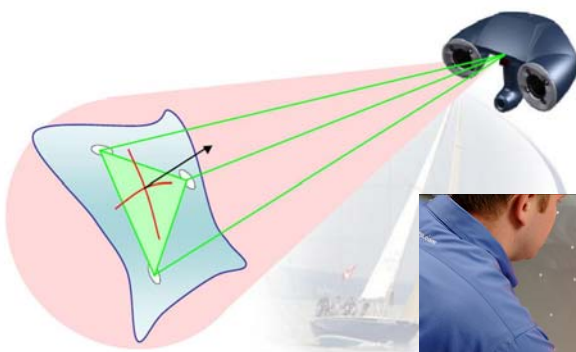


Primjeri primjene



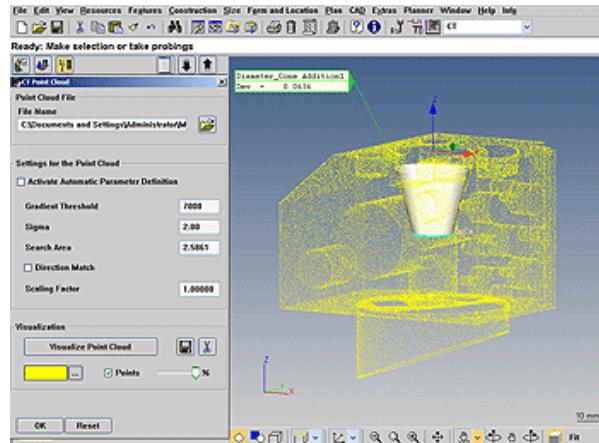
Primjeri primjene

■ 3D skeniranje



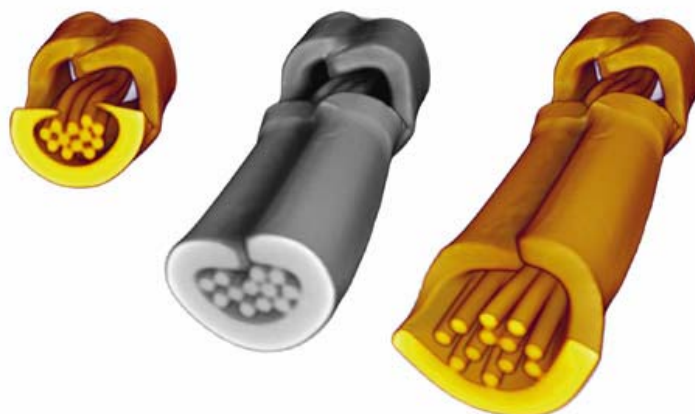
Primjeri primjene

- 3D skeniranje



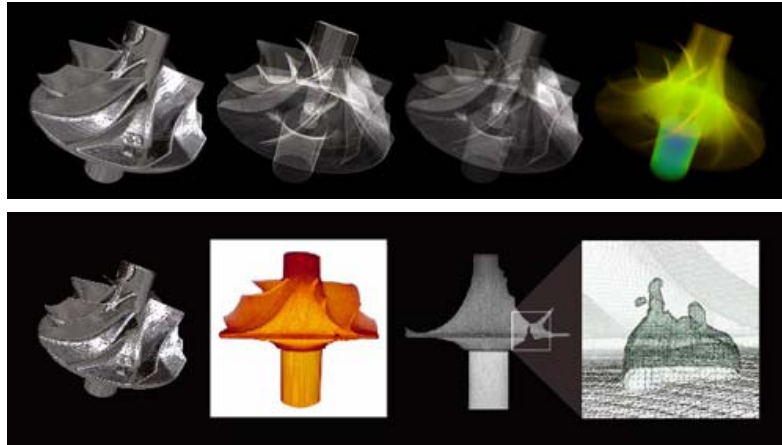
Primjeri primjene

- CT snimak kabela



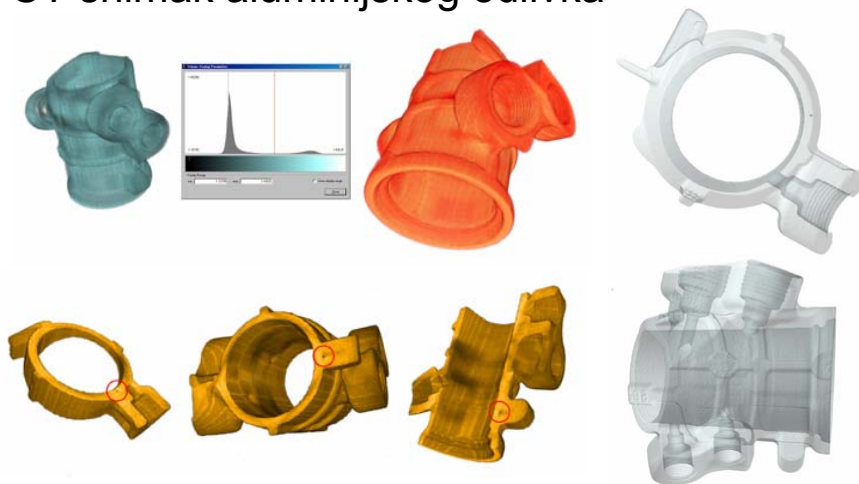
Primjeri primjene

- CT snimak turbine



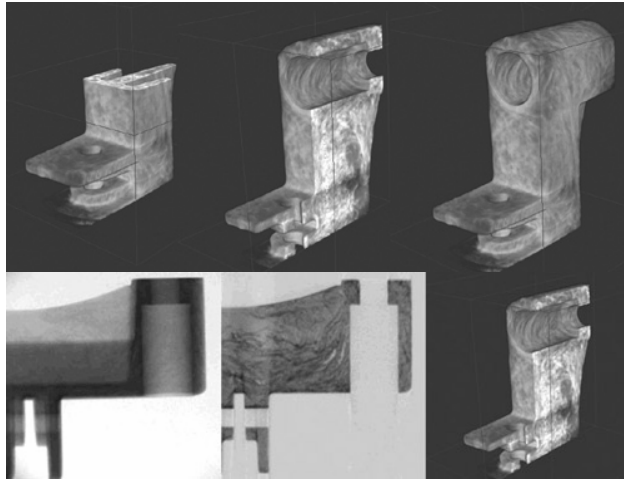
Primjeri primjene

- CT snimak aluminijskog odlivka



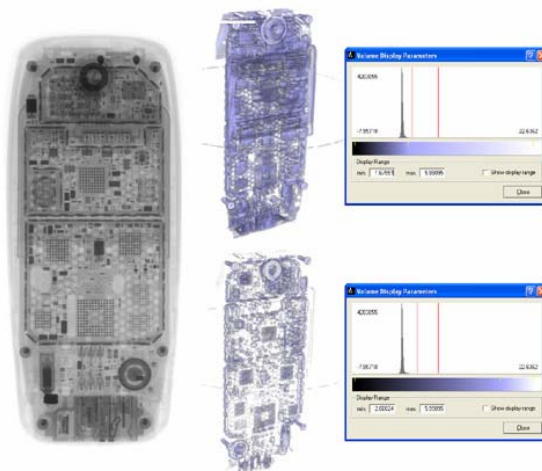
Primjeri primjene

- CT snimak plastičnog odlivka



Primjeri primjene

- CT kontrola kvaliteta kućišta telefona



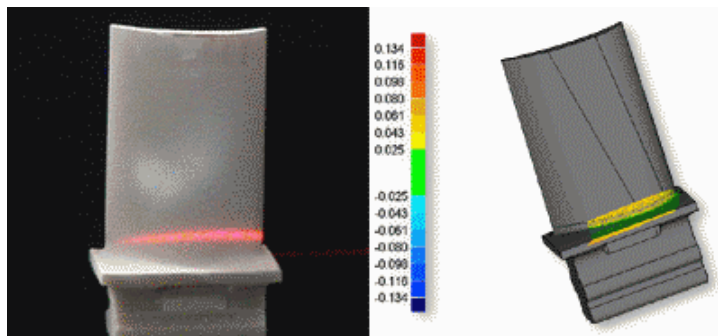
Primjeri primjene

- 3D skener



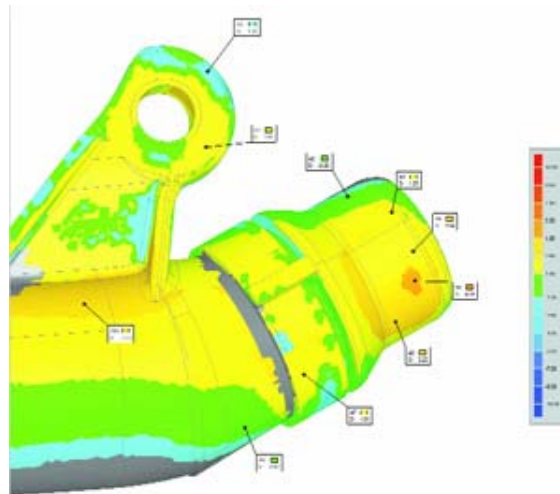
Primjeri primjene

- Kontrola geometrije 3D skenerom



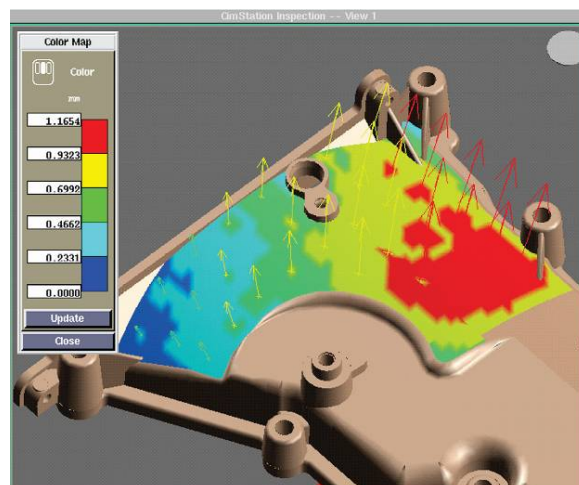
Primjeri primjene

- Kontrola dimenzija iz 3D skenirane slike



Primjeri primjene

- Kontrola dimenzija iz 3D skenirane slike



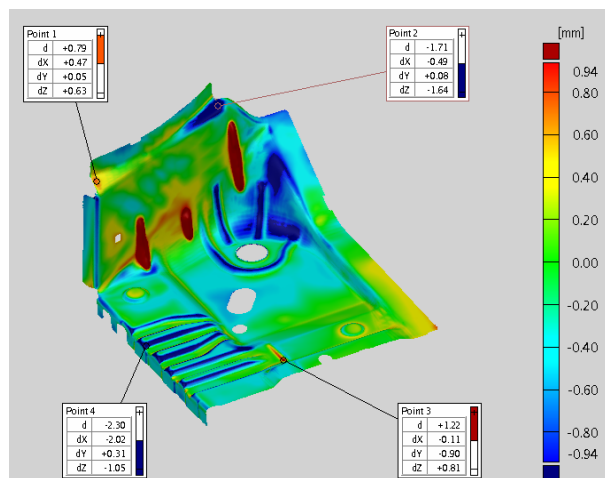
Primjeri primjene

- Kontrola dimenzija digitalizatorom



Primjeri primjene

- Kontrola dimenzija iz 3D skenirane slike



Primjeri primjene

- Kontrola dimenzija iz 3D skenirane slike

