



ORDINE degli INGEGNERI della Provincia di RIMINI

COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

SEMINARIO sulla:

VISIONE INDUSTRIALE

UTILIZZO
TECNICHE
DISPOSITIVI
APPLICAZIONI

RIMINI, 24 febbraio 2012

Dott. Ing. Matteo Staccoli

Introduzione alle Applicazioni

- ◆ Controllo superficiale: riconoscimento difetti
- ◆ Misure: rispetto delle tolleranze
- ◆ Riconoscimento e classificazione forme
- ◆ Verifica scritte (Optical Character Verification)
- ◆ Riconoscimento di caratteri (Optical Character Recognition)
- ◆ Lettura di codici a barre
- ◆ Verifica presenza/assenza di parti
- ◆ Verifica di colori e tonalità



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Introduzione alle Applicazioni

- ◆ Controllo Superficiale (Qualità)
- ◆ Controllo Dimensionale (Misurazione)
- ◆ Guida Robot (De/Pallettizzazione)



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Applicazioni - 1

- ◆ Controllo Superficiale (Qualità)
graffi,porosità,bave,macchie,grumi,
deformazioni,mancanza di materiale



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA,ELETTRONICA,ELETTRICA,GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Applicazioni - 2

- ◆ **Controllo dimensionale (Misurazione)**
 - Tecnica della retro illuminazione
 - Necessita calibrazione
 - Analisi profili di immagini statiche per misure 2D: diametri, filetti, raggi di raccordi, angoli di smussi, ...
 - Analisi profili di immagini dinamiche per misure di forma: eccentricità, coassialità, fase agolare delle camme, ...



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Applicazioni - 3

- ◆ Guida Robot (De-Pallettizzazione)
 - Riconoscimento dell'oggetto ed estrapolazione delle relative coordinate spaziali da inviare ad un robot per il suo prelievo



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Applicazioni pratiche -1

- ◆ **Auto/meccanica**
 - Verifiche e identificazione di presenza pezzo
 - Verifica della verniciatura (copertura e lucentezza)
 - Misure di componenti meccanici
 - Verifica della qualità delle finiture superficiali
 - Controllo della completezza degli assemblaggi
 - Controllo dell'orientamento di parti prima dell'assemblaggio

- ◆ **Farmaceutico/cosmetico**
 - Verifica della presenza e dell'integrità delle pastiglie inserite nei blister
 - Verifica dell'integrità dell'incollaggio della parte di alluminio alla base plastica del blister
 - Controlli lungo tutta la catena di confezionamento medicinali:
 - Presenza delle etichette sui flaconi
 - Verifica della corretta corrispondenza etichetta/contenuto
 - Verifica della stampa delle etichette (ad esempio che non manchi un colore di stampa)
 - Verifica flaconi (pulizia, chiusura, presenza di oggetti)

- ◆ **Elettronica/microelettronica**
 - Verifica delle maschere di incisione
 - Verifica dei chip dopo la separazione
 - Verifica delle connessioni alla piedinatura
 - Verifica della marcatura dopo l'inserimento nel package
 - Verifica del montaggio dei componenti elettronici sui circuiti
 - stampati (presenza e orientamento)
 - Verifica delle saldature
 - Verifica del funzionamento di display, terminali video, ecc.



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 – Dott. Ing. Matteo Staccoli

Applicazioni pratiche -2

- ◆ **Alimentare/bevande**
 - Rilevazione di prodotti deformati, sopra o sotto dimensionati
 - Verifica delle forme (es. biscotti, canditi, cioccolatini)
 - Verifica dell'avvenuto imbottigliamento
 - Verifica dell'integrità dei contenitori nuovi e riutilizzabili (assenza di schegge e altri corpi estranei)
 - Verifica della chiusura bottiglie
 - Selezione tappi
 - Verifiche della corretta etichettatura (presenza, posizionamento, stampa)
- ◆ **Cartotecnica**
 - Verifica della stampa di tutti i colori (web inspection)
 - Verifica della qualità di stampa su nastri
- ◆ **Vetro/Ceramica**
 - Verifiche dimensionali
 - Rilevazione difetti su piastrelle (scheggiature, non planarità, ecc.)
 - Classificazione e scelta delle piastrelle
- ◆ **Enti pubblici /banche assicurazioni**
 - Controllo accessi
 - Verifica di comportamenti anomali in aree controllate
 - Controllo del traffico
 - Gestione ed archiviazione documenti
 - Riconoscimenti biometrici (iride, impronte digitali, lineamenti del volto, ecc.)
- ◆ **Agricoltura**
 - Verifica dimensionale di frutta ed ortaggi
 - Selezione di frutta e ortaggi in base a dimensioni, difetti superficiali e colore
 - Guida di robot per la raccolta di frutta



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 – Dott. Ing. Matteo Staccoli

Vantaggi della visione nei processi industriali

- ◆ Qualità e precisione dei controlli: valore aggiunto al prodotto finale
- ◆ Oggettivazione dei difetti
- ◆ Velocità dei controlli
- ◆ Risparmio di risorse umane
- ◆ Controlli non invasivi (no contatto con l'oggetto)
- ◆ Feedback sul processo
- ◆ Supervisione del processo: archiviazione dati e statistiche dettagliate



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Limiti della visione

- ◆ Uniformità del prodotto sotto processo
 - Lavorazione e finitura
 - Pulizia con lavatrici o soffiatrici
 - Ambiente di lavoro pulito
 - Manipolare con cura (camici, guanti)
- ◆ Sensibilità alle interferenze di luce circostante (raggi solari, riflessi, lampade)
- ◆ Istruzione operatori e cliente alla mentalità di "visione industriale"



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Hardware di visione

- ◆ Telecamere
- ◆ Ottiche
- ◆ FrameGrabber
- ◆ Illuminatori



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Hardware di visione - 1a

◆ Telecamere:

- Digitali o analogiche (segnale di uscita)
- Colori (3CCD) o B/N (tipologia materiale e difetti)
- Lineari o matriciali (risoluzione richiesta e tipo di applicazione)
- Sensore CCD o CMOS (velocità, qualità, costi)
- Risoluzione richiesta (risoluzione telecamera-campo inquadrato: dimensioni difetti)
- Tempi di esposizione (quantità luce (illuminati, diaframma, sensibilità sensore))
- Velocità di trasferimento: Frame Rate o Line Rate
- Metodo: Trigger mode (encoder o riga ottica) o Free-run

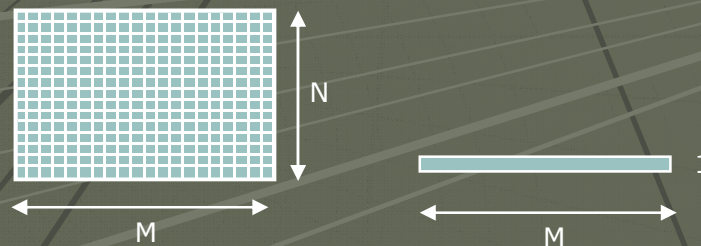


ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

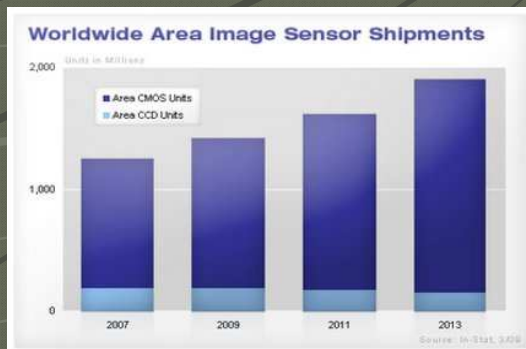
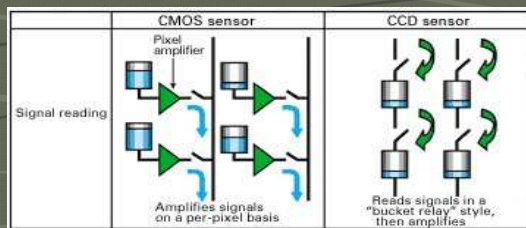
Hardware di visione - 1b

- ◆ **Telecamere:**
 - **Matriciali: classiche**
 - ◆ Acquisiscono una matrice bidimensionale di pixel ($M \times N$) detto Frame
 - **Lineari: immagini più risolte**
 - ◆ Acquisiscono una linea di pixel ($M \times 1$) per volta
 - ◆ Occorre che l'oggetto si muova linearmente nel campo di ripresa della telecamera



Hardware di visione - 1c

- ◆ **Telecamere:**
 - Sensori **CCD** (Charge Coupled Device) o **CMOS** (Complementary Metal Oxide Semiconductor): sono CHIP con elementi fotosensibili che trasformano la luce in segnali elettrici



	CMOS	CCD
DESCRIZIONE	La luce è convertita in un segnale con informazione digitale e filtrato da una serie di amplificatori, riduttori di rumore, e circuiti di trasformazione digitale, col risultato di rimandare l'informazione di ciascun pixel colpito dalla luce in una moltitudine di bit. Più usati (vedi grafico)	La luce è convertita in una serie di segnali analogici, cioè trasforma l'informazione in voltaggio. L'intera superficie del CCD cattura la luce e la rimanda in un unico segnale.
PRO	+VELOCITA'	-INGOMBRANTI +QUALITA' d'IMMAGINE
CONTRO	+COSTOSI +COMPLESSITA' CIRCUITALE +RUMORE	+CONSUMO ENERGETICO +DIFFICOLTA' nella PRODUZIONE



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

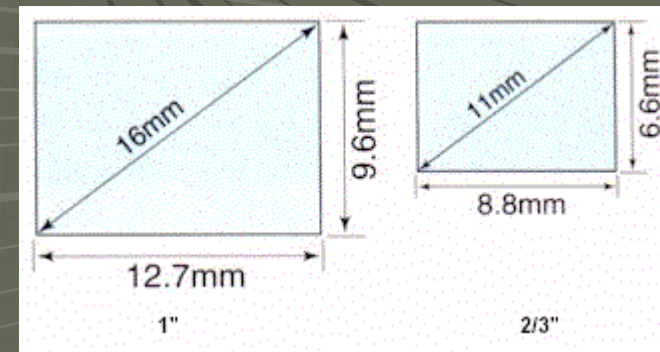
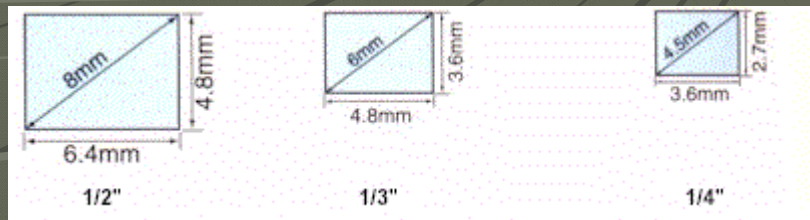
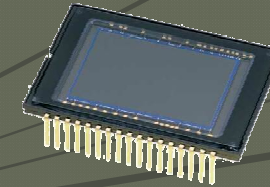
RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Hardware di visione - 1d

◆ Telecamere:

● Dimensioni dei sensori:

- ◆ Misura della diagonale del sensore in pollici
- ◆ Tipiche 1", 2/3", 1/2", 1/3"; anche 1/4" e 1/5".



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

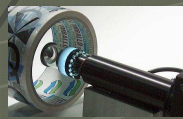
Hardware di visione - 2

◆ Ottiche:

- Zoom, grandangoli, obiettivi telecentrici, obiettivi pericentrici (360°) o endoscopi (fori): dipendono dalla tipologia dell'applicazione
- Distanziali (fisso o regolabile): regolano la messa a fuoco (camera-obiettivo) a secondo della distanza dall'oggetto
- Filtri (polarizzatori per riflessi, di lunghezze d'onda per risaltare difetto)



OBIETTIVI: NORMALE, GRANDANGOLO, ZOOM, TELECENTRICO, ENDOSCOPIO



DISTANZIALI

APERTURA DEL DIAFRAMMA:
+APERTO +LUCE -PROFONDITA' DI CAMPO



f/1 f/1,4 f/2 f/2,8 f/4 f/5,6 f/8 f/11 f/16 f/22 f/32 f/45 f/64



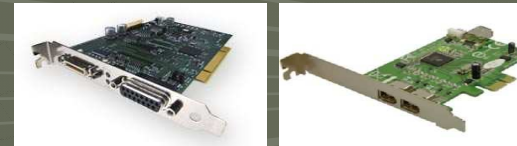
ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Hardware di visione - 3

- ◆ Frame-Grabber: sistema che trasferisce immagini Telecamera -> PC
 - Schede dedicate (es. CameraLink), USB 2.0, FireWire (IEEE1394A-B), GigE (IEEE802.3z)

Tecnologia trasmissione	Banda	Alimentazione integrata	Lunghezza max. cavo [m]	Diffusione mercato
USB2	480 Mb/s	Si	5	Media, low cost
IEEE 1394A	400 Mb/s	Si	10	Media, in calo
IEEE 1394B	800 Mb/s	No	10	Scarsa
Ethernet GigE	1 Gb/s	No	100	Alta, in aumento
GigE PoE	1 Gb/s	Si	100	Scarsa, in aumento
CameraLink	> 3 Gb/s	Si	20	Media, professionale



SCHEDE: PC-CAMLINK, FIREWIRE



CONNETTORI: USB, FIREWIRE, RJ-45

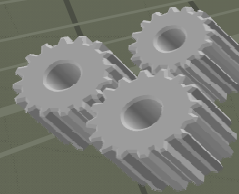
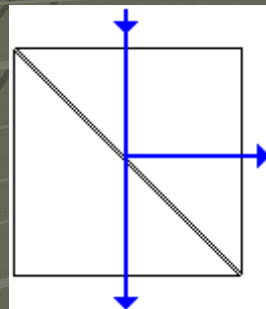
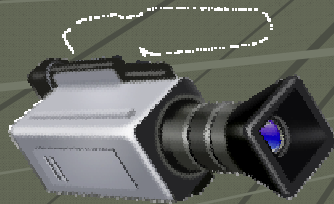


ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Hardware di visione – 4a

- ◆ Beam Splitter: illuminazione frontale
 - Composto da un vetro ottico a 45° con proprietà riflettenti

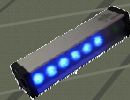
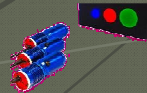


Hardware di visione – 4b

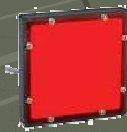
- ◆ **Illuminatori:**
 - Tipo: led, neon, lampade alogene, laser...
 - Colore (lunghezza d'onda): UV, infrarosso, bianco, rosso, verde, blu, ...
 - Forma: circolari (circolina), puntiformi (spot), lineari, pannelli, collimati (telecentrici), coassiali (Beam-Splitter)
 - Accessori: filtri (opaline) e lenti
 - Alimentatori



LED: CIRCOLINA, BARRA LINEARE, SPOT, UV



TELECENTRICO



PANNELLO: RETROILLUMINAZIONE



COASSIALI: BEAM-SPLITTER



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 – Dott. Ing. Matteo Staccoli

Tecniche di illuminazione

- ◆ Coassiale
- ◆ Radente
- ◆ Diffusa
- ◆ Stroboscopica
- ◆ Retroilluminazione (diascopia)
- ◆ Strutturata (lama laser) 3D

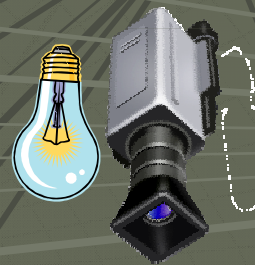


ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Tecniche di illuminazione - 1

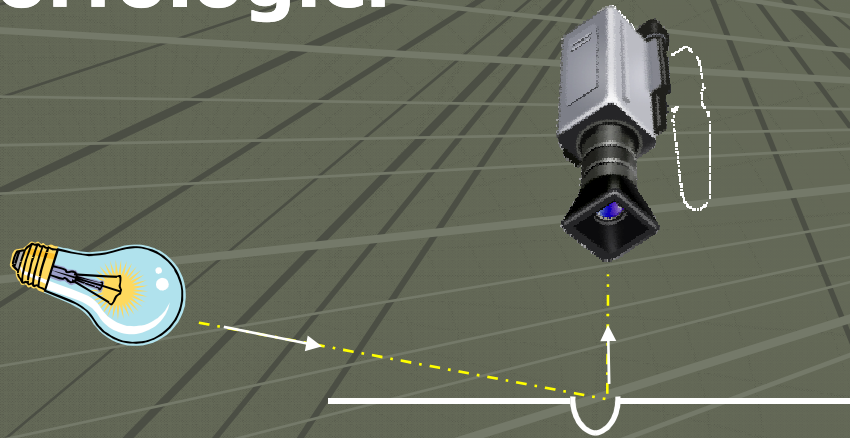
- ◆ Coassiale
 - Luce direzionale frontale all'oggetto
 - Utilizzo del Beam Splitter o della circolina



Tecniche di illuminazione - 2

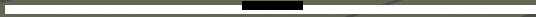
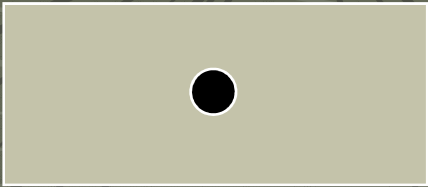
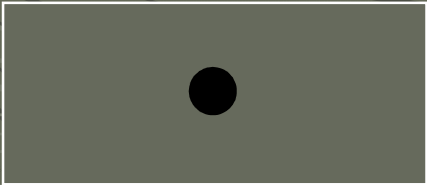

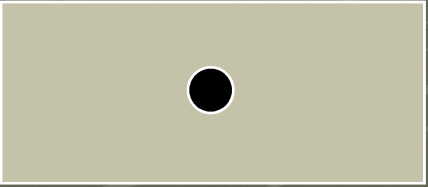
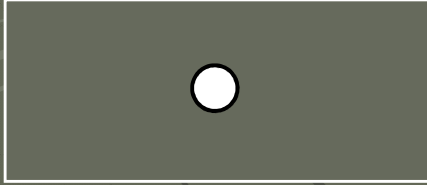
◆ Radente

- Luce direzionale radente alla superficie dell'oggetto per intercettare **difetti morfologici**



Tecniche di illuminazione - 3

◆ Coassiale vs Radente

TIPO di DIFETTO	IMMAGINE con ILLUMINAZIONE COASSIALE	IMMAGINE con ILLUMINAZIONE RADENTE
 MACCHIA SCURA (CROMATICO)		
 POROSITA' (MORFOLOGICO)		

Tecniche di illuminazione - 4

◆ Stroboscopica

- Tecnica che implementa in sequenza diversi tipi di illuminazione: frontale e radente da più direzioni
- Dalle immagini, studio della correlazione dei difetti

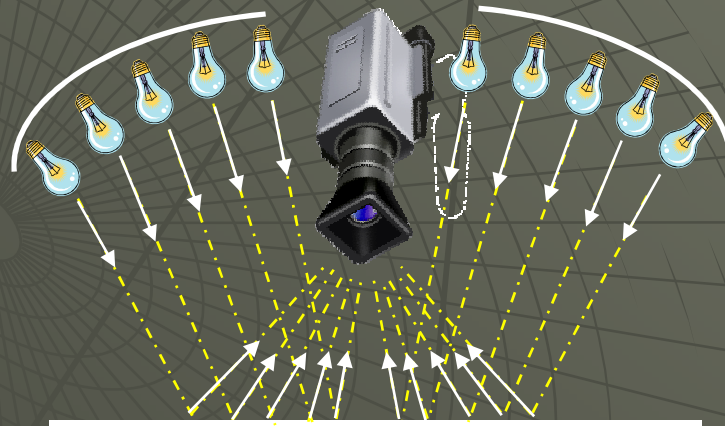


ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

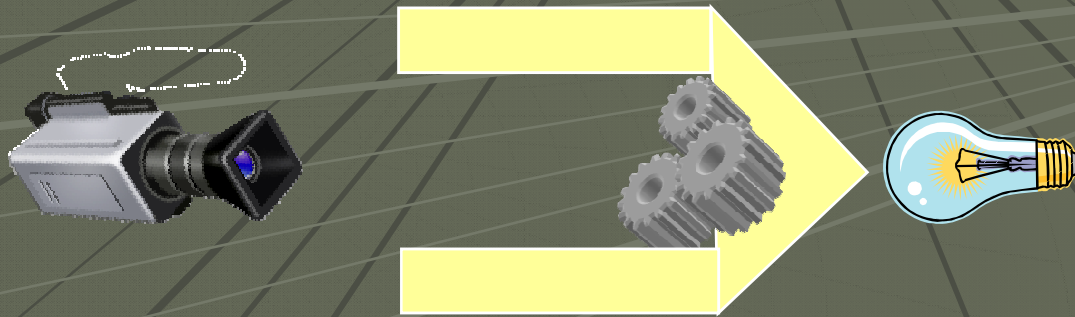
Tecniche di illuminazione - 5

- ◆ Diffusa
 - Luce non direzionale per individuare **difetti cromatici** o per analizzare oggetti riflettenti
 - Utilizzo di filtri su illuminatori (opaline) oppure di neon o lampade omnidirezionali



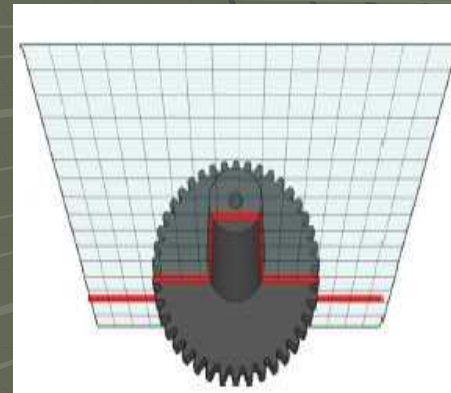
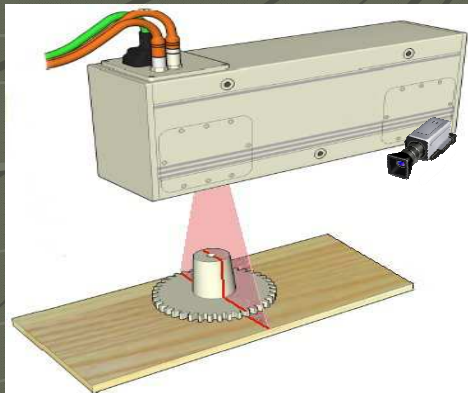
Tecniche di illuminazione - 6

- ◆ Retroilluminazione (diascopia)
 - Sull'immagine proiezione dell'oggetto retroilluminato (ombra) per misurazione profili o difetti in oggetti trasparenti



Tecniche di illuminazione - 7

- ◆ **Strutturata (lama laser) 3D**
 - Con la triangolazione Laser-Telecamera-Oggetto si ricostruisce la superficie dell'oggetto, ricavandone la sua tridimensionalità



Software di visione

- ◆ Algoritmi per il Digital Image Processing
 - Filtri : sobel, equalizzatori, ...
 - Ricerca blob, profili (edge detection)
 - Pattern matching: riconoscimento forme rispetto ad un modello



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Software di visione - 1

- ◆ **Filtro Sobel:**
 - Evidenza le disomogeneità di contrasto per il riconoscimento di contorni
 - Algoritmo che calcola gradiente della luminosità dell'immagine



IMMAGINE ORIGINALE

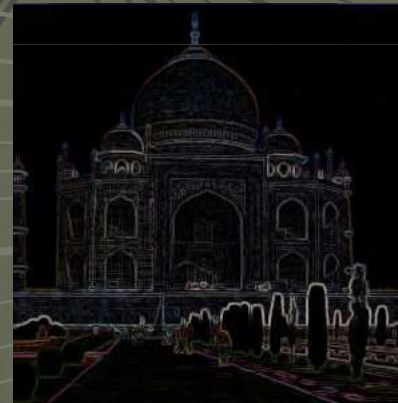
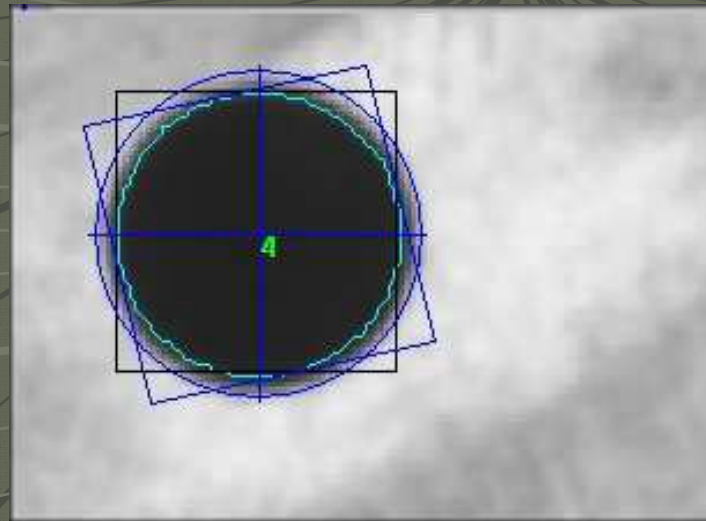


IMMAGINE SOBEL

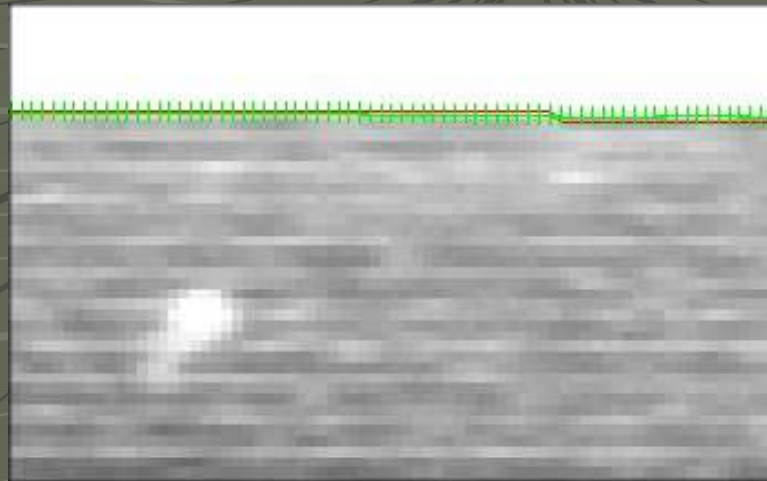
Software di visione - 2

- ◆ Ricerca Blob:
 - Trova macchie chiare su sfondo scuro o macchie scure su sfondo chiaro con determinate caratteristiche (tono, area, posizione, gradiente, elongazione,..)



Software di visione - 3

- ◆ Ricerca Profili:
 - Trova transizioni da chiaro a scuro o da scuro a chiaro con determinate caratteristiche (contrasto, altezza della transizione, posizione,...)

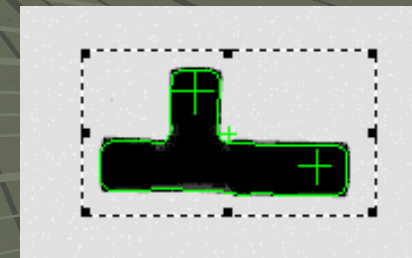
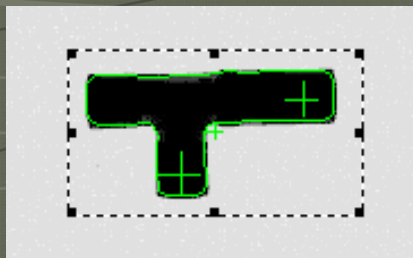


ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE
VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli

Software di visione - 4

- ◆ Pattern matching:
 - Trova forma somigliante al modello restituendo:
 - ◆ Score (% di somiglianza)
 - ◆ Orientamento (gradi di rotazione e coordinate 2D)



Esempio di applicazione

- ◆ Depallettizzatore con visual 3D per prelievo dischi freno



ORDINE INGEGNERI RIMINI - COMMISSIONE INFORMATICA, ELETTRONICA, ELETTRICA, GESTIONALE ed AUTOMAZIONE

VISIONE INDUSTRIALE

RIMINI, 24 febbraio 2012 - Dott. Ing. Matteo Staccoli